



**AGENZIA DEL DEMANIO**  
**DIREZIONE REGIONALE CALABRIA**  
SERVIZI TECNICI

RIFUNZIONALIZZAZIONE IMMOBILE DEMANIALE  
"EX CASERMA DUCA D'AOSTA" PER NUOVO POLO MEF  
SITO IN REGGIO CALABRIA (RC)  
SCHEDA RCD0026

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

Relazione Geologica – Idrogeologica –  
Sismica

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO



ING. SALVATORE CONCETTINO

IL TECNICO ISTRUTTORE



ING. ALESSANDRA LEGATO

CODICE ELABORATO  
R02-6

SCALA

PROTOCOLLO E DATA  
2019/ 4893 /DRCAL/STE del 14 / 03 /2019



REGIONE CALABRIA  
**COMUNE DI REGGIO CALABRIA**  
(PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA)

Affidamento di incarico per la Verifica Sismica del Compendio Demaniale denominato "Ex Caserma Duca D'Aosta" in Reggio Calabria (RC) - Scheda RCD0026, ubicata tra Via Reggio Campi ed il quartiere Trabocchetto (RC).  
C.I.G. 6617453EF4



Committente:

**Agenzia del Demanio**  
Direzione Regionale Calabria  
Via Gioacchino Da Fiore n. 34 - 88100 Catanzaro

Il Tecnico:

**Dott. Geol. Franco GUGLIELMELLI**

Il Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Salvatore Concettino

***Relazione Geologica - Idrogeologica - Sismica***

Data:  
Giugno 2017

Studio di Geologia  
Geol. Franco Guglielmelli - Via Matteo Cosentino, 20 - 85034 Francavilla in Sinni(PZ)  
Tel.: (+39) 0973.577911 - Fax: (+39) 0971.308015 - email: [guglielmelli.franco@tiscali.it](mailto:guglielmelli.franco@tiscali.it)

## **INDICE**

1 - PREMESSA.....	2
2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3 - DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI INDAGINE E FINALITÀ DELLA STESSA.....	4
4 - STUDIO GEOLOGICO .....	6
4.1 - Inquadramento Territoriale .....	6
4.2 - Inquadramento Geologico e Morfologico di vasta area .....	13
4.3 - Inquadramento Morfologico Locale .....	15
4.4 - Inquadramento Geologico locale .....	17
4.5 - Indagini Geognostiche .....	21
4.5.1 - Risultati delle Indagini Geognostiche.....	22
4.5.1.a - Assetto Litostratigrafico .....	22
4.5.1.b - Prove Geotecniche di Laboratorio .....	23
4.5.1.c - Lineamenti di Geotecnica .....	27
4.5.1.d - Modello Geologico .....	27
5 - STUDIO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO.....	29
5.1 - Idrografia ed Idrogeologia.....	29
5.2 - Aspetti Climatologici .....	30
5.2.1 - Temperatura.....	30
5.2.2 - Precipitazioni.....	32
5.2.3 - Vento, umidità, neve.....	32
5.2.4 - L'evapotraspirazione potenziale nel territorio.....	33
5.2.5 - Sintesi Climatica.....	34
6 - RELAZIONE SISMICA .....	35
6.1 - Inquadramento Sismico.....	35
6.2 - Pericolosità e Rischio Sismico.....	39
6.2a - Indagini Masw ed HVSR per la caratterizzazione del Modello Sismico .....	43
6.2a.1 Indagine Geofisica del tipo Masw .....	43
6.2a.1 Indagine Geofisica del tipo HVSR.....	44
RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI .....	53



## 1 - PREMESSA

Su incarico dell'Agencia del Demanio - Direzione Regionale Calabria, ho eseguito uno *Studio Geologico, Idrogeologico e Sismico* sull'area di sedime della Ex Caserma Duca D'Aosta di Reggio Calabria, ubicata tra la Via Reggio Campi ed il quartiere Trabocchetto. Il presente rapporto è indirizzato alla Verifica di Vulnerabilità Sismica in linea con un livello di conoscenza del tipo LC3 (conoscenza accurata), come indicato al punto 11.2.3.3 di O.P.C.M. n. 3431/2005.

Lo studio, le cui risultanze vengono riportate nella presente relazione, ha lo scopo di pervenire alla caratterizzazione Geologica della zona interessata dai servizi di verifica di Vulnerabilità Simica, ad una valutazione geomorfologica d'idoneità statica del sito studiato, alla sua caratterizzazione idrogeologica, sismica e ad una valutazione quantitativa delle proprietà geotecniche dei terreni affioranti. Tutto ciò per esprimersi sulla propensione della struttura a subire un danno di un determinato livello (LC3) a fronte di un evento sismico di data intensità e sul corretto utilizzo del suolo onde prevenire eventuali incidenze negative determinate dall'inserimento di tale opera nel contesto geologico attuale.

La base conoscitiva per la definizione di tali elementi è consistita:

- ✓ *nell'esame della cartografia esistente e nella consultazione di pubblicazioni e lavori in materia riguardanti la zona interessata ed altre limitrofe (Relazione Geologica allegata al PRG, Piano Comunale di Protezione Civile-Anno 2008, Studi e Ricerche eseguiti all'interno del perimetro urbano);*
- ✓ *nel rilevamento geologico e geomorfologico dettagliato del sito oggetto dell'intervento e delle aree circostanti;*
- ✓ *nell'esecuzione di n. 5 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DPSH) spinte fino a profondità comprese tra di 3,80m e 4,60m dal piano campagna;*
- ✓ *nell'esecuzione di n. 3 Scavi geognostici per la stratigrafia dei terreni a diretto contatto con le strutture fondali;*
- ✓ *nel prelievo di n.1 campione indisturbato e n.3 campioni disturbati, successivamente sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;*
- ✓ *nell'esecuzione di n. 2 prospezione sismica superficiale del tipo M.A.S.W.*
- ✓ *nel rilievo della frequenza di sito tramite l'esecuzione di n. 2 misure HVSR.*

Costituisce parte integrante del presente rapporto la Relazione sulle indagini eseguite.



## 2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

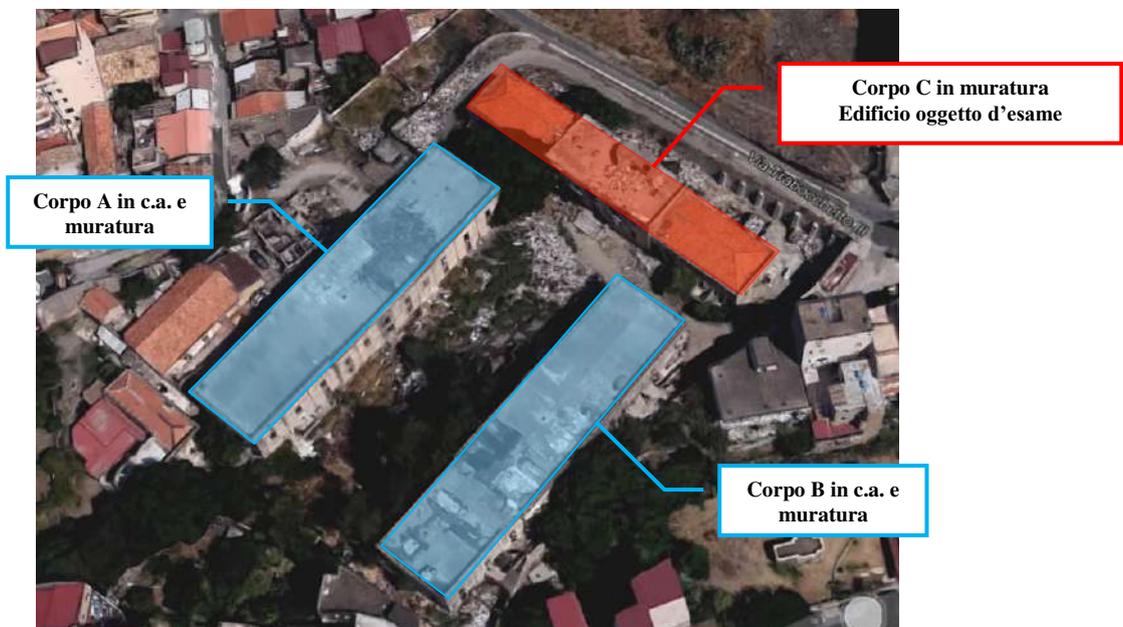
- **Legge 02/02/74 n. 64** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- **Legge 10 dicembre 1981, n. 741** "Ulteriori norme per l'accelerazione delle procedure per l'esecuzione di opere pubbliche".
- **D.M. LL.PP. del 11/3/1988** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- **Circolare Ministeriale LL.PP. del 24/09/1988 n. 30483** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni. Istruzioni per l'applicazione".
- **D.M. 16/01/1996** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- **Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.** "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996".
- **Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112** "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59".
- **Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380** "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
- **Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- **Ordinanza del P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006** "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- **Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007** "Direttiva del presidente del consiglio dei ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni".
- **D.M. 14/01/2008** "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- **Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.** "Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome. Anno di pubblicazione: 2008".
- **Autorità di Bacino della Regione Calabria** "Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (PAI).



### 3 - DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI INDAGINE E FINALITÀ DELLA STESSA

Il compendio demaniale denominato "EX CASERMA DUCA D'AOSTA", è ubicato tra via Reggio Campi ed il quartiere Trabocchetto, in una zona semicentrale di Reggio Calabria (RC).

Il complesso comprende due corpi gemellati in c.a. e muratura (corpi A e B) disposti tra loro paralleli secondo l'asse maggiore ed un terzo edificio in muratura, denominato corpo C, disposto in direzione ortogonale ai primi due oltre ad altri corpi minori che si trovano nelle adiacenze, corpi D e E. La loro costruzione risale ad un periodo compreso fra il 1913 e il 1919. L'Ex Caserma è stata sottoposta a Vincolo storico artistico con decreto n. 32 del 22/03/2005 ed è soggetta alle disposizioni del D.Lgs. 42 del 22/01/2004.



**Figura 1** Vista aerea del complesso

L'obbiettivo è quello di approfondire la conoscenza della struttura in esame attraverso sopralluoghi in situ e campagne di indagini sperimentali; in questo modo sarà possibile definire le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali, le proprietà dei materiali da costruzione impiegati e i dettagli costruttivi.

Si procederà quindi ad una valutazione della vulnerabilità delle strutture nei riguardi dell'azione sismica tramite analisi, su modelli numerici, di tipo dinamico lineare, da cui saranno ricavati gli indicatori di rischio sismico relativamente alle verifiche a taglio e flessione per gli edifici con struttura mista in c.a.-muratura secondo le indicazioni del D.M. 14/01/2008.

*Geologo Franco GUGLIELMELLI*  
*Via Matteo Cosentiono 20*  
*85034 Francavilla in Sinni (PZ)*  
*☎ 0973.577911 - 📠 0971.308015*

Mentre per l'edificio in muratura la valutazione della vulnerabilità sarà effettuata mediante analisi di tipo statico non lineare, con costruzione delle curve di capacità, dalle quali ricavare le condizioni del fabbricato in corrispondenza dello spostamento di domanda secondo le indicazioni del D.M. 14/01/2008.

Il presente documento riguarda i soli Corpi A e B adibiti, in origine, rispettivamente ad alloggio dell'artiglieria principale e dei comandanti e caserme dormitorio per gli altri militari.



## 4 - STUDIO GEOLOGICO

### 4.1 - Inquadramento Territoriale

La struttura in esame è ubicata nel Comune di Reggio Calabria, tra Via Reggio Campi ed il quartiere Trabocchetto. È rappresentata nel foglio 254 - III NE - REGGIO CALABRIA della Carta d'Italia dell'I.G.M. (serie 25 V), utilizzata come base per la Carta Geologica ufficiale della Calabria ed è compresa nel Foglio n° 601, MESSINA - REGGIO DI CALABRIA della serie 25 della quale è disponibile solo il 50000, e come base per la Carta Geologica della Calabria a scala 1:25000 realizzata dalla Cassa per il Mezzogiorno nel 1959 (Foglio Reggio Calabria).

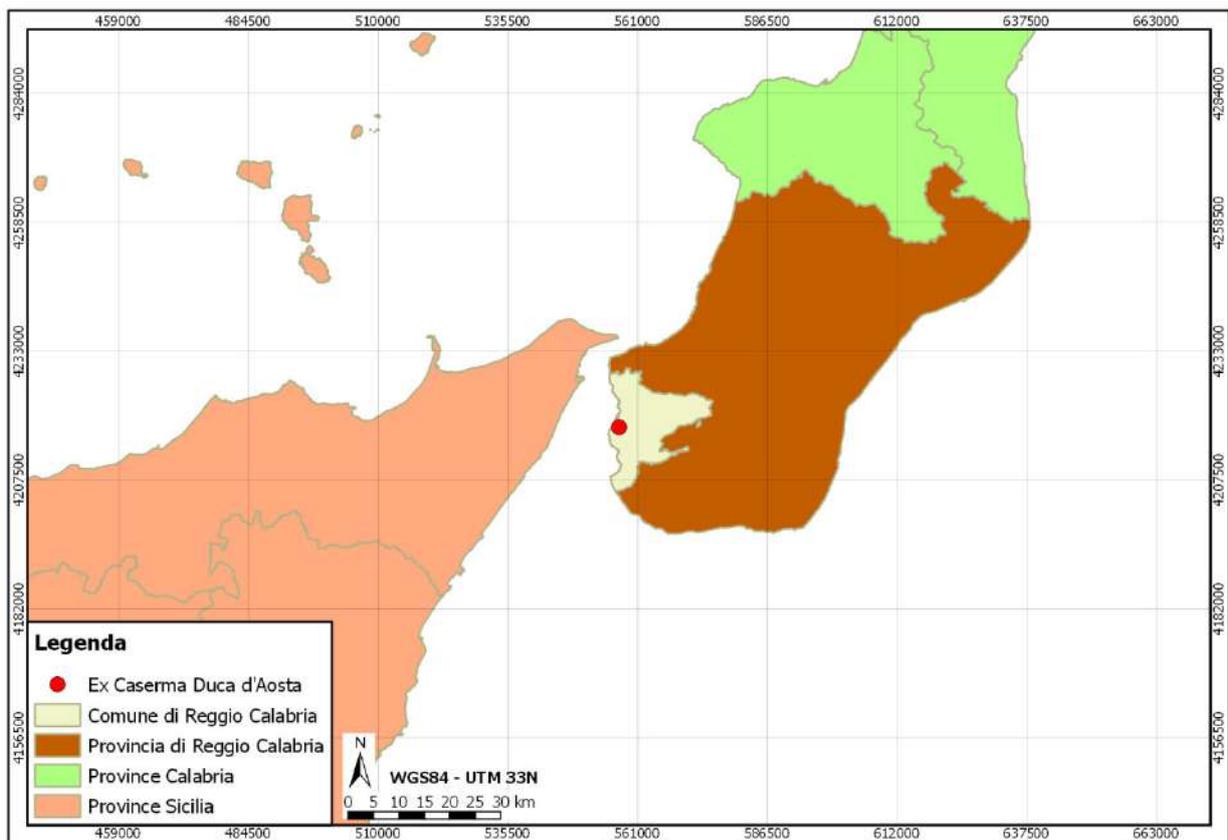


Fig. 1 - Inquadramento Regionale del sito oggetto di studio



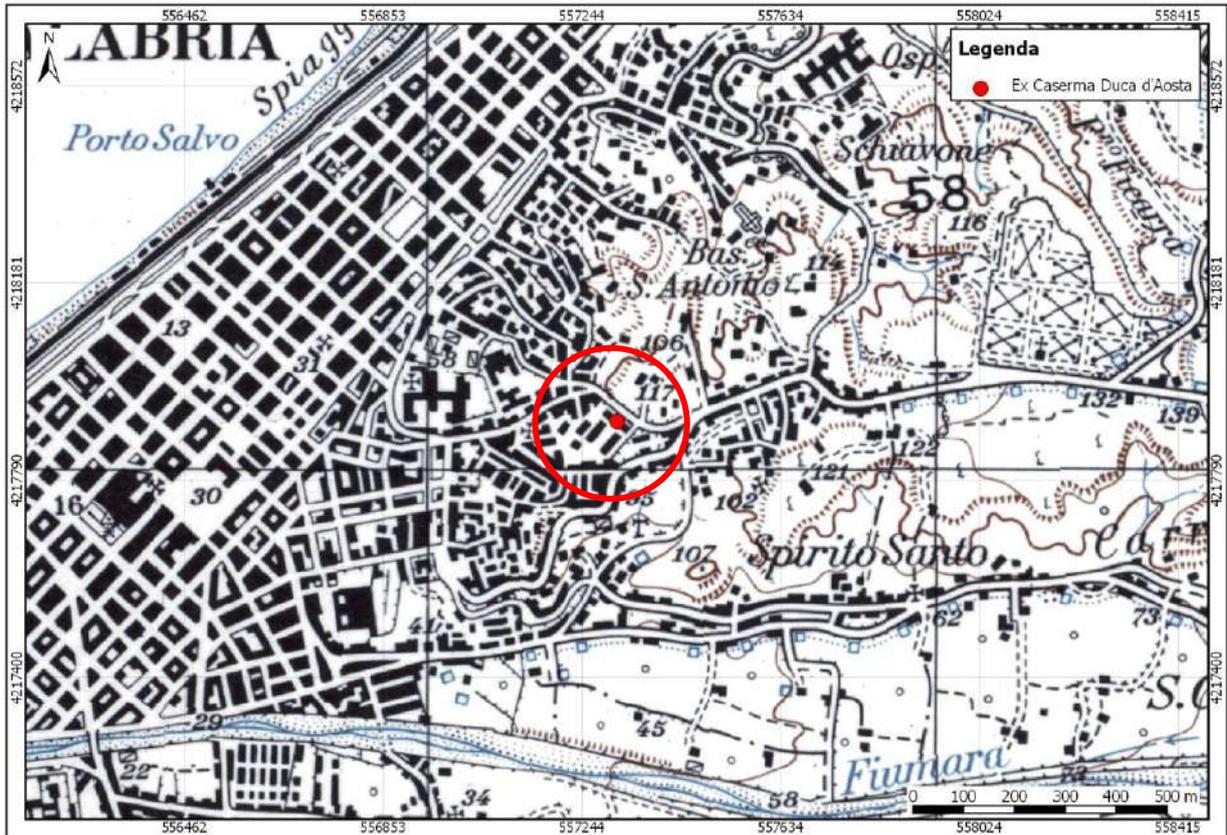
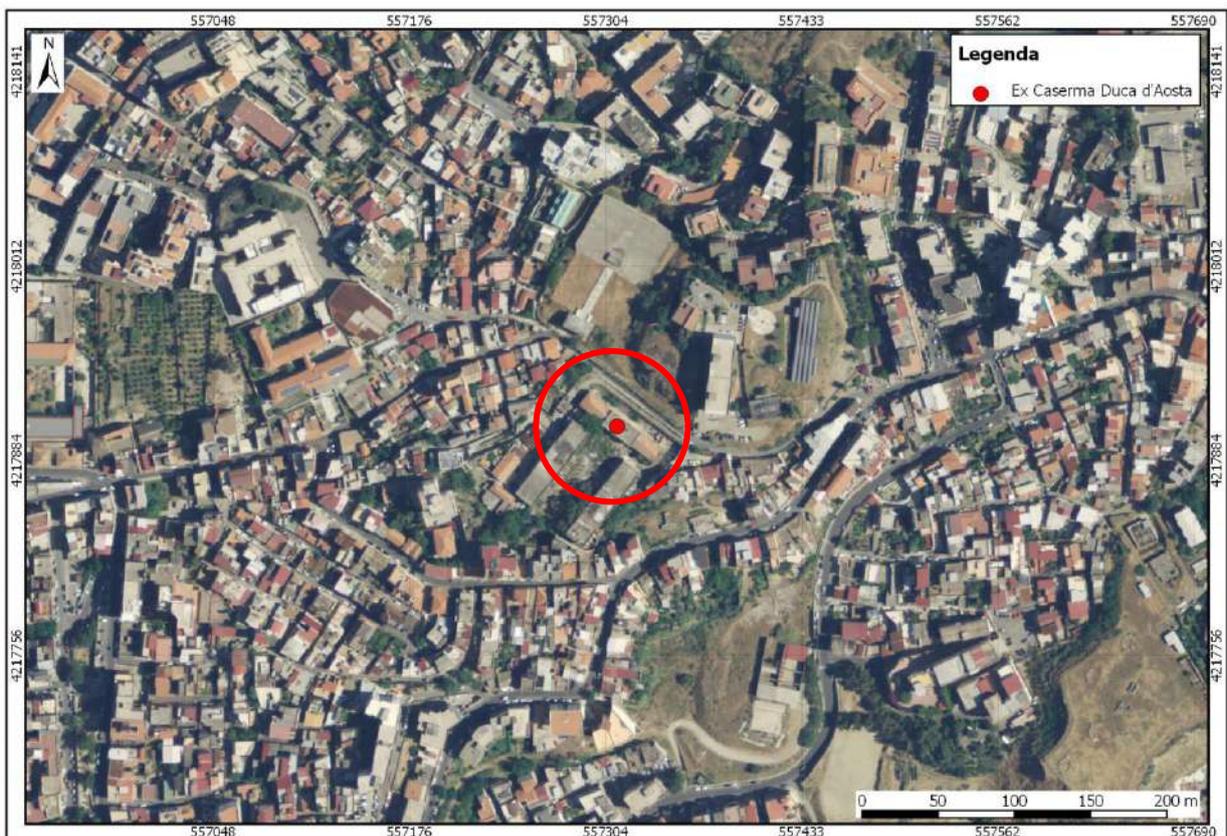
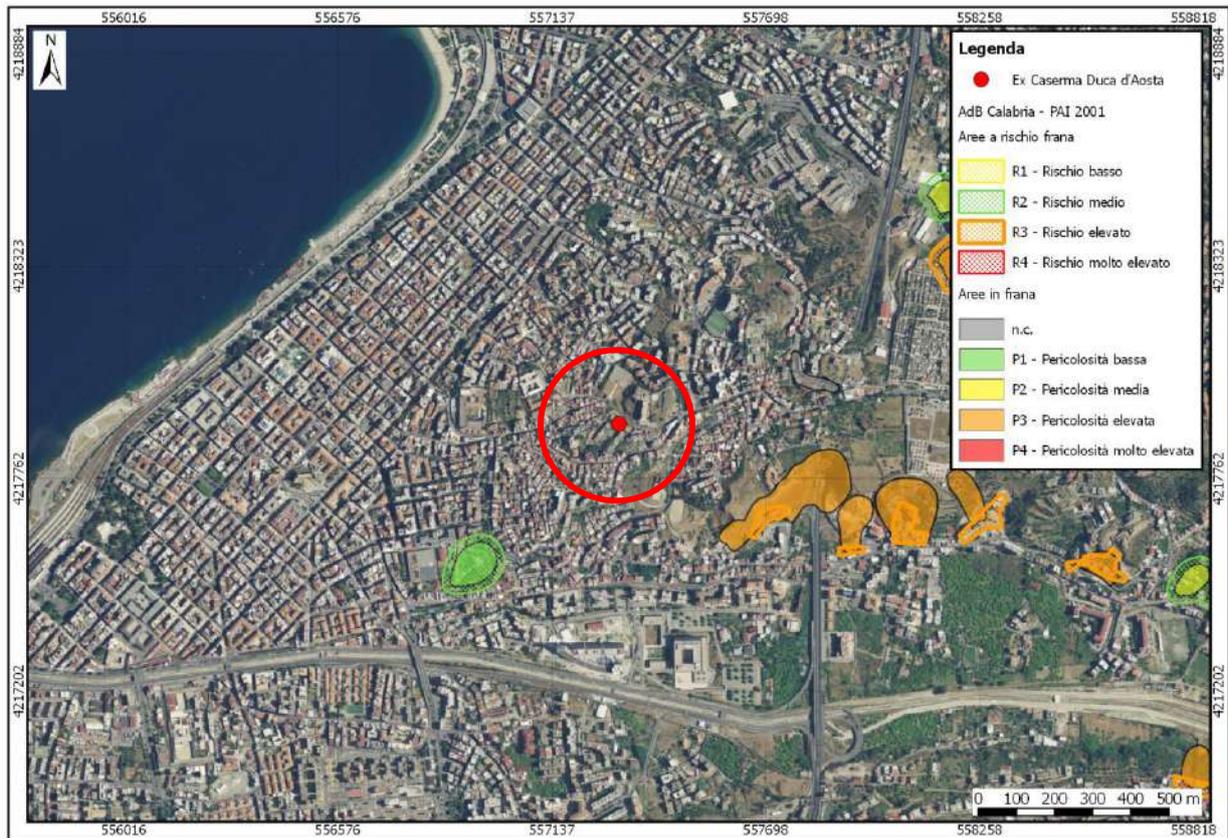


Fig. 2 – Inquadramento su base cartografica IGM del sito oggetto di studio



**Fig. 3** – Inquadramento su ortofoto del sito oggetto di studio

Nelle aree di versante a rischio redatte dall’Autorità di Bacino della Regione Calabria, la zona interessata dall’intervento in oggetto (Fig. 4 e Fig. 5) **non ricade** in aree sottoposte a “Rischio Frana” e a “Rischio Idraulico”.



**Fig. 4** – Rischio Frana



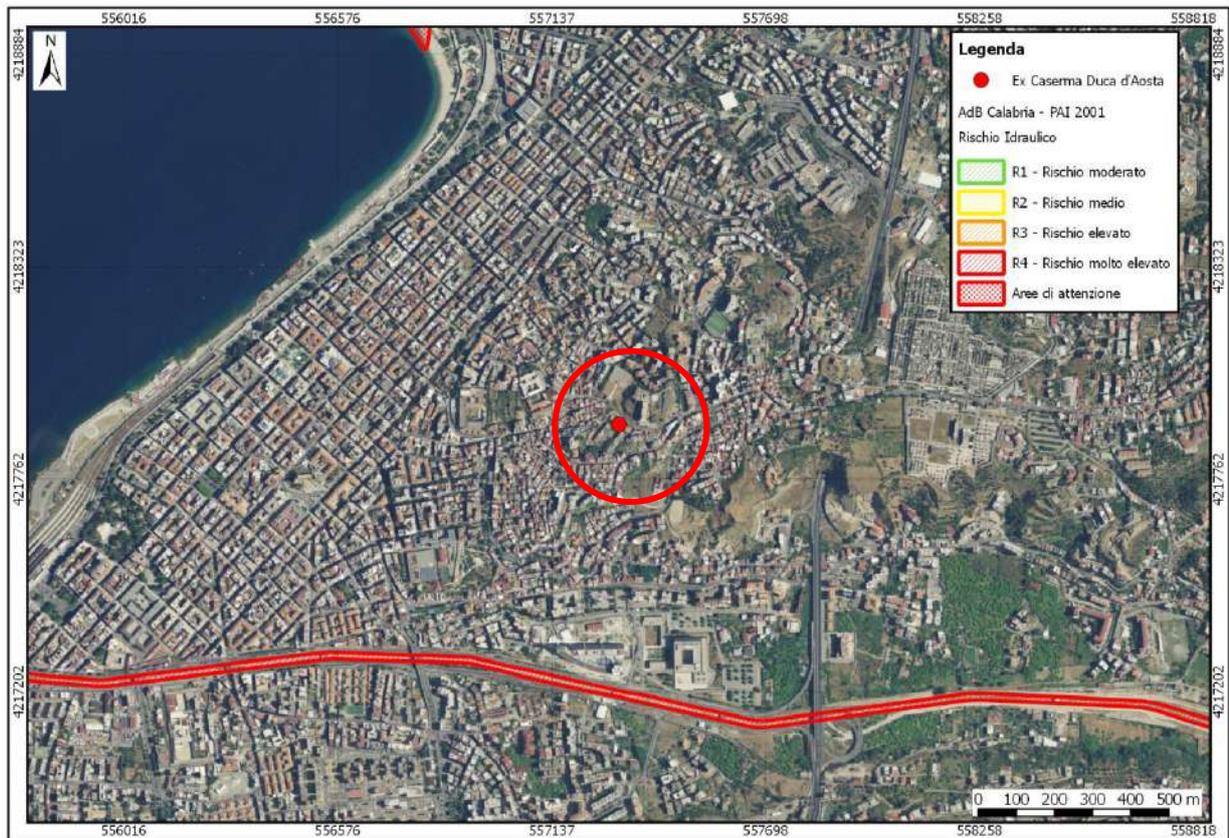
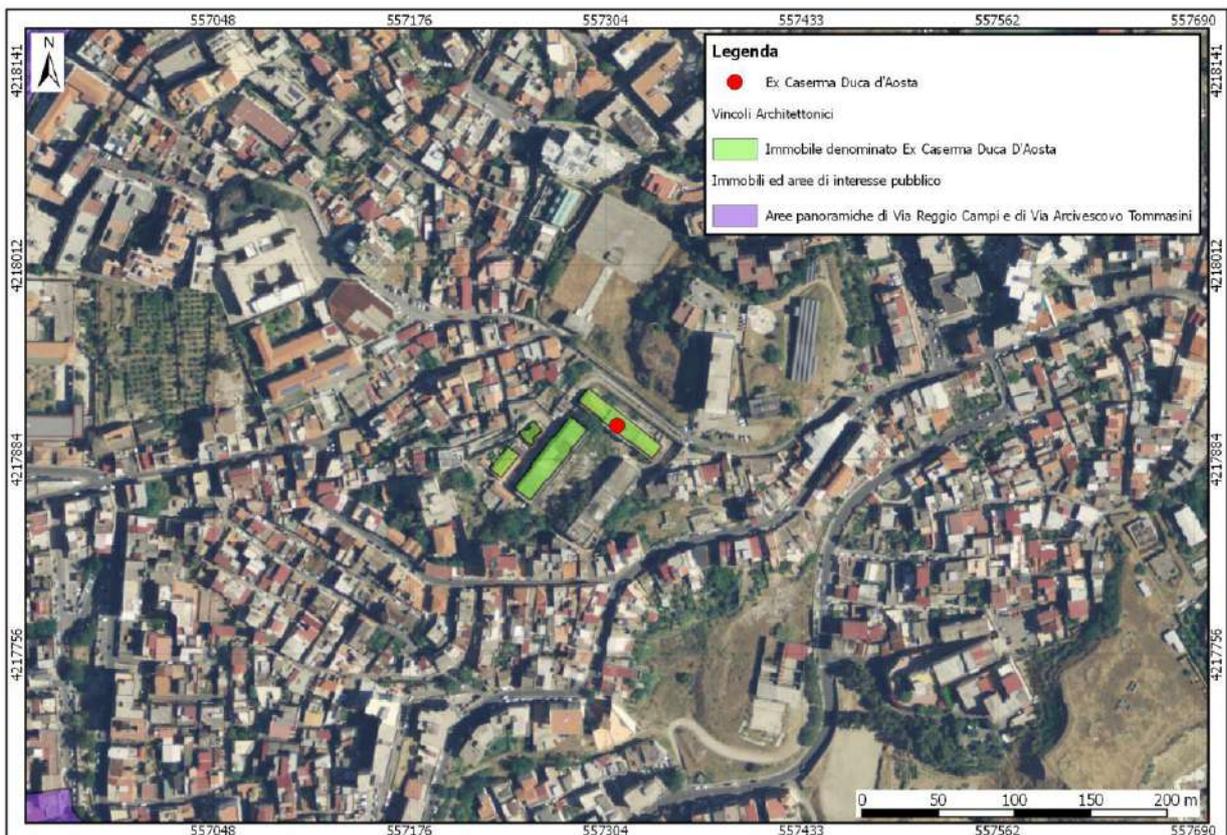


Fig. 5 - Rischio Idraulico

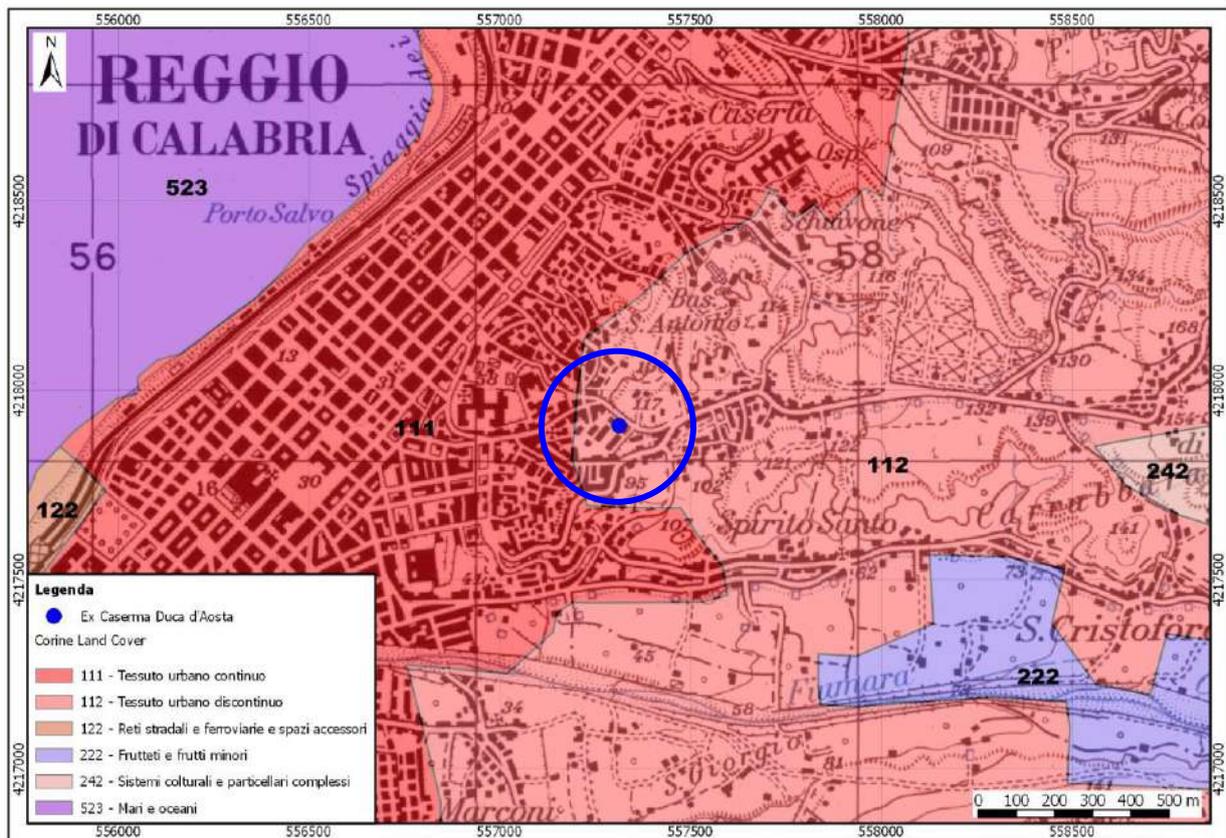


*Geologo Franco GUGLIEMELLI*  
*Via Matteo Cosentino 20*  
*85034 Francavilla in Sinni (PZ)*  
*☎ 0973.577911 - 📠 0971.308015*

**Fig. 6a** – Vincoli architettonici a tutela dell’immobile oggetto di studio



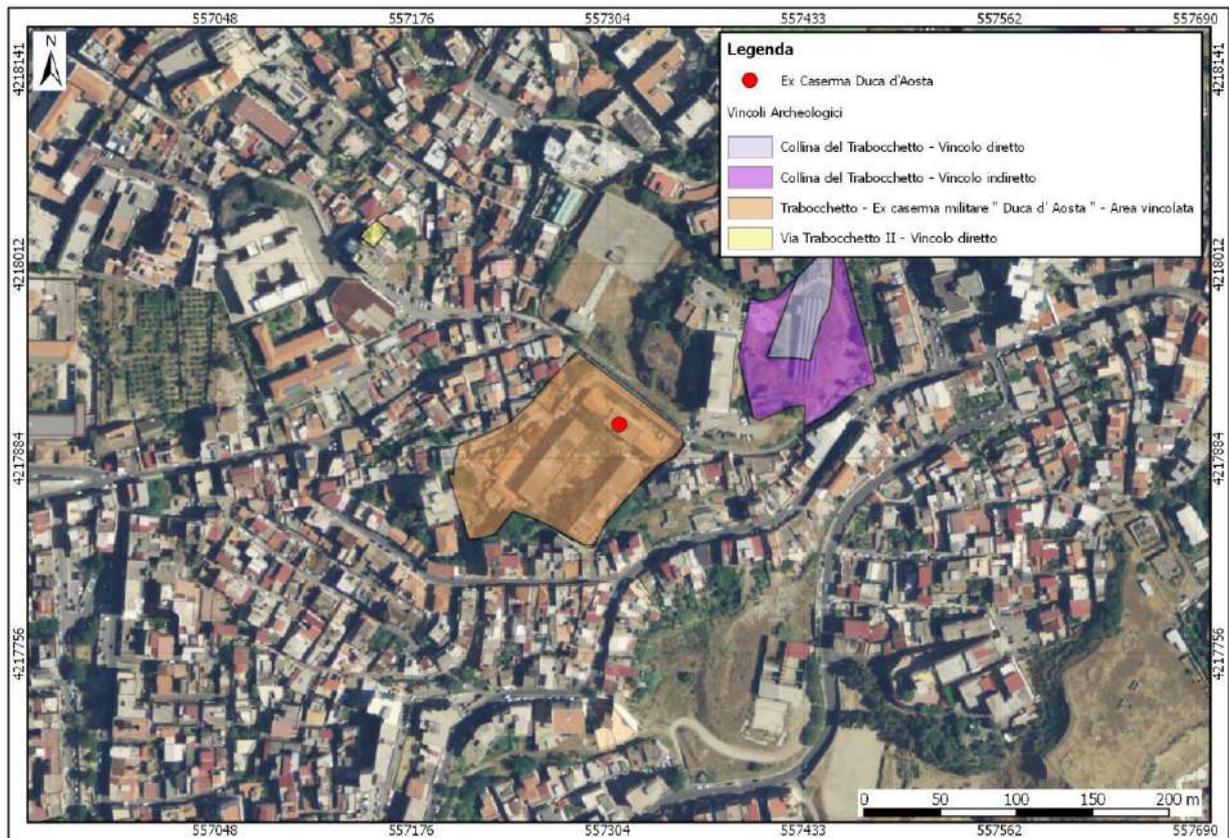
La Carta di Utilizzo del Suolo classifica la zona di interesse con il codice **1.1.2.** *“Tessuto urbano discontinuo - Spazi caratterizzati dalla presenza di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50 all'80% della superficie totale. Si dovrà tenere conto di questa densità per le costruzioni localizzate all'interno di spazi naturali (foreste o spazi erbosi)”.*



**Fig. 7 – Corine Land Cover**

Si riporta di seguito la planimetria georeferita (fig.6a) che indica i limiti del vincolo archeologico cui è sottoposta l'area di sedime della Struttura studiata





**Fig. 8a** – Vincolo archeologico area di sedime ex Caserma Duca D’Aosta



#### **4.2 - Inquadramento Geologico e Morfologico di vasta area**

Il territorio calabrese è denominato dal punto di vista geologico Arco calabro-peloritano. Esso è il tratto della catena che raccorda l'Appennino meridionale allungato in senso NW-SE con le Maghrebidi siciliane disposte da Est a Ovest. Con i suoi terreni cristallini e metamorfici in opposizione ai terreni sedimentari dell'Appennino meridionale e della Sicilia rappresenta da lungo tempo uno dei problemi più affascinanti del Mediterraneo-centrale, chiave per la comprensione dei rapporti tra Africa ed Europa. Tale catena, infatti, si colloca dal punto di vista geodinamico in prossimità del margine tra la placca eurasiatica e quella africana.

Abitualmente viene incluso tra due allineamenti tettonici: la linea di Sanginetto a Nord e la linea di Taormina a Sud. Questi due lineamenti trascorrenti, sinistro e destro rispettivamente, hanno svolto la loro attività fino al Tortoniano superiore (Amodio-Morelli et al., 1976).

Le più importanti teorie degli anni '70 descrivono l'Arco calabro-peloritano come un edificio tettonico a falde di ricoprimento che si sono costituite e messe in posto durante le fasi pre-mioceniche dell'orogenesi alpina. Tali falde derivano dalla deformazione di un'area oceanica e di un margine continentale e sono sovrascorse nel neogene su un margine continentale prima della costruzione della catena appenninica (Amodio-Morelli et al., 1976).

Per lungo tempo l'Arco calabro-peloritano è stato considerato come un elemento unitario avente un'unica storia evolutiva ma in realtà è costituito da due settori (uno settentrionale e l'altro meridionale) che si distinguono nell'assetto tettonico-stratigrafico delle unità di cui si compongono, nelle caratteristiche strutturali e nell'evoluzione tettonica (Bonardi et al., 1980).

In particolare, il territorio comunale di Reggio Calabria fa parte del Bacino di Reggio Calabria, una struttura di tipo graben limitata da faglie normali, orientate NE-SW, NW-SE ed E-W, che hanno dislocato i sedimenti nella fase tortoniano-pliocenico-pleistocenica.

Tale areale di sedimentazione è delimitato a nord dall'horst di Campo Piale, mentre a est dall'horst dell'Aspromonte.

Infatti, in seguito al rapido "uplift" del massiccio aspromontano, iniziato alla fine del Cenozoico e protrattosi lungo tutto il Quaternario fino all'attuale, le aree che bordano l'Aspromonte sollevandosi velocemente, sono state interessate da fenomeni distensivi con la formazione di faglie normali verso il mare (sistemi NE-SW e NW-SE).



Tali faglie, quindi, sollevano “a gradinata” il basamento cristallino e i terrazzi pleistocenici oggi noti con i toponimi di Piani di Aspromonte, Campi di Reggio, Campi di S. Agata, Trapezi, Arghillà, Condera, ecc.

Inoltre questo sistema mette a contatto il complesso cristallino con le alternanze argilloso-arenacee tortoniane e con i lembi più orientali delle calcareniti infra-pleistoceniche del bacino di Reggio Calabria (F. Ghisetti, 1982).

Le faglie principali orientate, invece, Est-Ovest fungono da limiti ai vari bacini di sedimentazione che orlano il massiccio, mentre le linee tettoniche meno importanti disposte nella medesima direzione sono frutto di un campo di stress secondario e collegano dislocano o vengono dislocate dai sistemi tettonici suddetti. La fascia costiera, al contrario, è caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali olocenici, che costituiscono le pianure costiere, mentre i primi rilievi collinari risultano costituiti per lo più da terreni sedimentari plio-pleistocenici.

Dal punto di vista geomorfologico, procedendo da est verso ovest, il territorio comunale può essere così descritto. In prossimità della costa vi è una pianura alluvionale creata nel tempo grazie alla deposizione dei sedimenti provenienti dal trasporto delle fiumare che solcano in direzione circa est-ovest il territorio. Poi inizia un sistema collinare costituito da sedimenti plio-pleistocenici e miocenici per lo più conglomeratici-sabbiosi a media pendenza fino ad arrivare alle pendici aspromontane di natura cristallino-metamorfica paleozoiche.

Il litorale di Reggio Calabria, invece, si sviluppa con andamento relativamente sinuoso – da Catona (Torrente Bolano) a Nord, fino a Bocale (Torrente Campoli) a Sud – a ridosso di una pianura costiera di facies alluvionale e deltizia, solcata dalle numerose fiumare su menzionate. La morfologia del litorale è contraddistinta da sporgenze, selettivamente articolate in corrispondenza dello sbocco a mare dei corsi d'acqua dotati di maggiori capacità di erosione e trasporto, e da rientranze disposte nelle aree mesopotamiche oppure alle foci dei corsi d'acqua minori. Procedendo da nord verso sud, si riscontrano, infatti, le sporgenze di Catona e di Gallico, situate sul delta delle fiumare omonime, quella a nord della spiaggia di Pentimele, generata dal Torrente Fiumetorbido con l'apporto di importanti deposizioni artificiali, e il piccolo delta della fiumara dell'Annunziata, in parte obliterato dal porto di Reggio. Seguono poi la Punta di Calamizzi e la Punta di Torre del Lupo, decisamente più pronunziate delle altre a causa della vicinanza delle espansioni deltizie delle fiumare

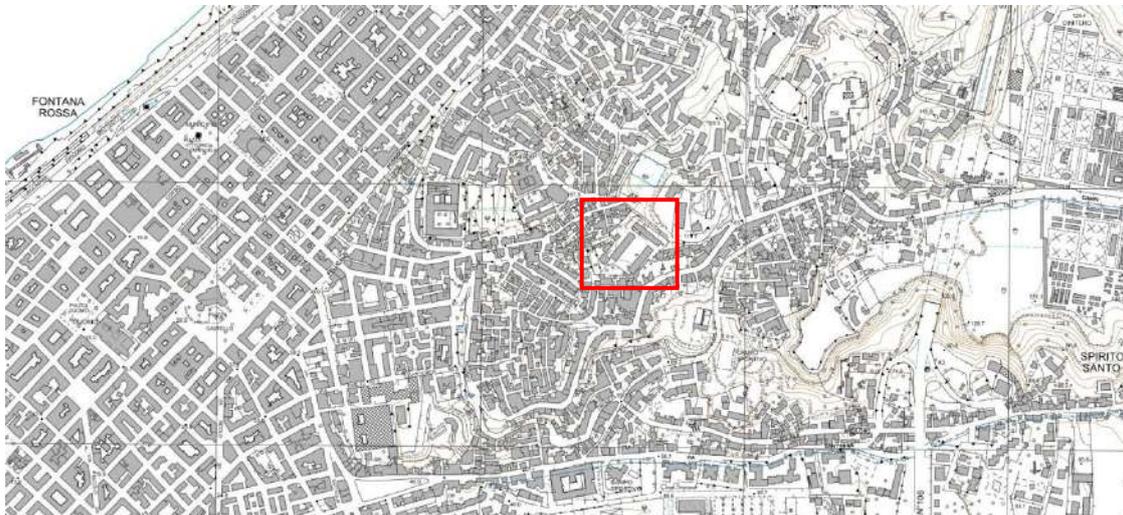


Calopinace e S. Agata, la più modesta protuberanza rilevabile alla doppia foce della Fiumara di Valanidi e, infine, la Punta di Pellaro. Quest'ultima, al contrario di tutte le altre, non è direttamente interessata da corsi d'acqua e pertanto la sua genesi va correlata con l'andamento delle correnti dello Stretto e con la diversità litologica e morfologica del fondale dove sono state osservate rocce carbonatiche compatte.

L'interazione dei caratteri geolitologici, geomorfologici, idrogeologici, tettonici e climatici, brevemente su menzionati, con l'attività antropica determina l'instaurarsi dei rischi naturali.

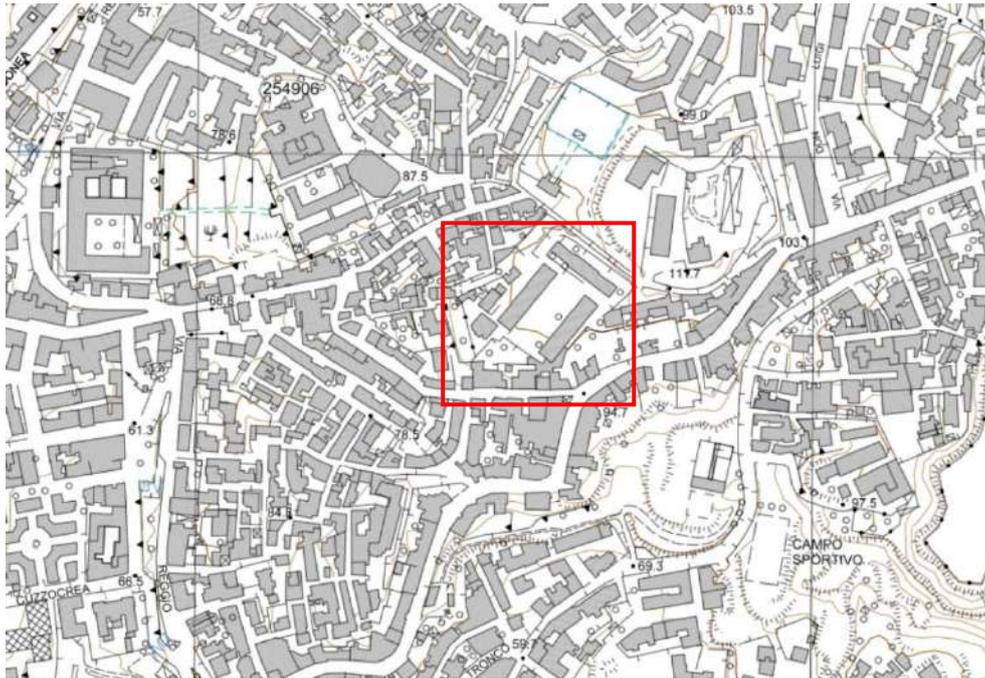
#### 4.3 - Inquadramento Morfologico Locale

La porzione di territorio comunale (fig. 7 e fig. 8) in cui è inserita la struttura oggetto di studio ricade a Nord del perimetro urbano della Città di Reggio Calabria. In particolare è compresa tra la sede autostradale A3 (ad Est) ed il lungomare (ad Ovest). Essa è ubicata su una dorsale che si sviluppa ad una quota di circa 100m s.l.m. e che degrada verso Sud-Est ed Est (Fontana Rossa) con pendenze che nel complesso sono contenute, nei settori a maggior dislivello, in un range del 10-15%.



**Fig. 9** – Stralcio planimetria della Carta Tecnica Regionale elemento 611082





**Fig. 10** – Stralcio planimetria della Carta Tecnica Regionale elemento 611082, che riporta in particolare l'ubicazione della ex-Caserma Duca D'Aosta.

#### 4.4 - Inquadramento Geologico locale

La Carta Geologica della Calabria a scala 1:25000 è stata realizzata dalla Cassa per il Mezzogiorno nel 1959 mediante rilevamento geologico. Nel 2000 si è provveduto alla rasterizzazione, vettorializzazione e strutturazione di un DB topografico, prodotto in collaborazione con l'Ordine dei Geologi della Calabria.

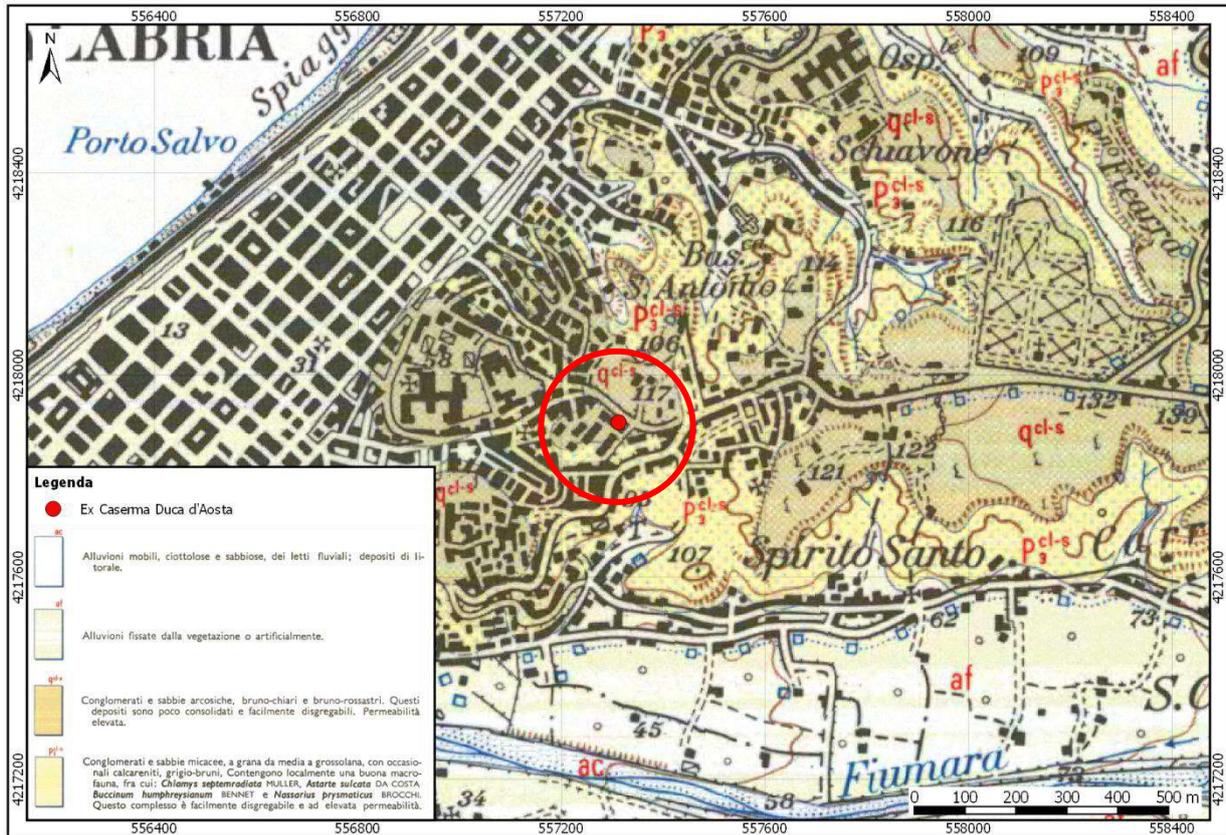


Fig. 11 – Stralcio Carta Geologica della Calabria





**DEPOSITI CONTINENTALI E TRANSIZIONALI OLOCENICI**

- g<sub>2</sub>** **Deposito di spiaggia.** Ghiaie e clasti eterometrici e poligenici, prevalentemente metamorfici di vario grado e sabbie a grana da media a grossolana.
- g<sub>1a</sub>** **Depositi alluvionali attuali.** Ghiaie eterometriche a clasti metamorfici di vario grado appiattiti e/o arrotondati e sedimentari spigolosi oltre a sabbie limose, in formazione in alveo. Nei greti delle principali aste fluviali lo spessore può superare i 10 m.
- g<sub>1b</sub>** **Depositi alluvionali recenti e depositi di piana litorale.** Limi, sabbie e ghiaie, incise dagli alvei attuali, talora terrazzati, lungo i corsi d'acqua o nelle pianure costiere dei maggiori corsi d'acqua.

**DEPOSITI DEL PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE**  
 depositi transizionali e continentali

- ANS ARGILLE NERASTRE DI SPIRITO SANTO**  
 Argille terose nerastre con frustoli vegetali e impronte di foglie, sabbie e argille marnose giallastre; alla base sono presenti ghiaie e sabbie grigie con rari frammenti di pomice. Macrofauna a *Elphias antiquus*. Livelli fluvio-palustri rappresentati da argille siltose, sabbie e marne torbose; affiorano tra Archi e Reggio di Calabria. Spessore tra 20 e 25 m.  
**TIRRENIANO**
- MSS GHIAIE E SABBIE DI MESSINA**  
 Sabbie e ghiaie grigio-giallastre o rossastre, con abbondante matrice. I ciottoli, prevalentemente cristallini, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati, hanno diametro da 2 cm fino a blocchi di 1 m. Sono presenti livelli e lembi di sabbie fini e silt quarzosi. Tra i ciottoli sono presenti resti ossei e molarli fruttati di mammiferi. La formazione è caratterizzata da clinostratificazione ad alto angolo via via più bassa nella parte alta. Facies di tipo deltizio e/o di conoide sottomarina legate agli apporti di paleofiumare. Spessore fino a 250 m.  
**PLEISTOCENE MEDIO**

**depositi marini**

- g<sub>1c</sub> Depositi marini terrazzati**  
 Sabbie giallo ocra talora ghiaiose, limi o cineriti rossastre, prevalenti nel settore peloritano, e ghiaie a ciottoli arrotondati ed appiattiti eterometrici, per lo più cristallini, in matrice sabbiosa, a stratificazione poco evidente. Costituiscono superfici terrazzate distribuite a diverse quote o spianate di abrasione (versante siciliano), debolmente inclinate verso l'attuale costa. In località Archi e Spirito Santo (a sud di Reggio di Calabria) il deposito terrazzato (g<sub>1c</sub>) è caratterizzato da sabbie giallastre in banchi di 1-2 m con intercalazioni di ghiaie ad elementi mediamente di 5-10 cm, passanti verso l'alto a sabbie fossilifere a stratificazione indistinta con macrofauna a *Strombus bubonius* (cfr. Sabbie di Ravagnese, Auct.); questo deposito raggiunge lo spessore di 20 m. Sul versante siciliano, invece, lo spessore di ogni ordine di deposito varia da pochi decimetri a 3 m. L'età radiometrica dei depositi g<sub>1c</sub> è compresa tra 200 e 60 ka.  
**PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE**

- TTTTT orlo di terrazzo marino certo, incerto
- ▲ conoide alluvionale
- Sovrassegna per i sedimenti quaternari**
- ghiaia
- ghiaia-sabbia
- sabbia
- silt-sabbia

**Fig. 12** – Stralcio Carta Geologica d'Italia (Fonte ISPRA – Foglio 601 Messina Reggio C. – scala 1:50.000)



Al fine di un inquadramento geologico dettagliato del sito interessato dal presente studio, il rilevamento geologico di superficie è stato esteso ad un'area più vasta, in modo da evidenziarne meglio le caratteristiche.

Vengono qui appresso descritti i terreni affioranti sull'area in esame sulla scorta delle risultanze di studi effettuati dallo scrivente, nonché degli elementi riportati dalla letteratura geologica esistente. Dal punto di vista stratigrafico dal basso verso l'alto si rinvencono:

Depositi marini terrazzati ( $g_{n1-5}$ ): Sabbie giallo ocra talora ghiaiose, limi o cineriti rossastre, prevalenti del settore peloritano, e ghiaie a ciottoli arrotondati ed appiattiti eterometrici, per lo più cristallini, in matrice sabbiosa, a stratificazione poco evidente. In località Archi e Santo Spirito, a sud di Reggio Calabria, il deposito terrazzato ( $g_{n2}$ ) è caratterizzato da sabbie giallastre in banchi di 1-2m con intercalazioni di ghiaie ad elementi mediamente di 5-10cm, passanti verso l'alto a sabbie fossilifere. (*Pleistocene Medio-Superiore*)

Ghiaie e sabbie di Messina (MSS): Sabbie e ghiaie grigio-giallastre, con abbondante matrice. I ciottoli, prevalentemente cristallini, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati, con diametro da 2cm fino a blocchi di 1m. Sono presenti livelli e lembi di sabbie fini e silt quarzosi. (*Pleistocene Medio*)

Argille nerastre di Spirito Santo (ANS): Argille terrose nerastre con frustoli vegetali e impronte di foglie, sabbie e argille marnose giallastre; alla base sono presenti ghiaie e sabbie grigie con rari frammenti di pomice. Livelli fluvio-palustri rappresentati da argille siltose, sabbie e marne torbose; affiorano tra Archi e Reggio di Calabria. (*Tirreniano*)

Depositi alluvionali recenti e depositi di piana litorale ( $b_b$ ): Limi, sabbie e ghiaie, incise dagli alvei attuali, talora terrazzati, lungo i corsi d'acqua o nelle pianure costiere dei maggiori corsi d'acqua. (*Olocene*)

Depositi alluvionali attuali ( $b_a$ ): Ghiaie eterometriche a clasti metamorfici di vario grado appiattiti e/o arrotondati e sedimentari spigolosi oltre a sabbie limose, in formazione in alveo. (*Olocene*)

Deposito di spiaggia ( $g_2$ ): Ghiaie a clasti eterometrici e poligenici, prevalentemente metamorfici di vario grado e sabbie a grana da media a grossolana. (*Olocene*)

Il sito oggetto di studio ricade sui terreni appartenenti alla formazione dei *Depositi marini terrazzati*, che passano in alto alle *Ghiaie e sabbie di Messina (MSS)*. I primi sono caratterizzati da sabbie di colore giallo ocra con livelli decimetrici limosi alternati a livelli con granulometria più grossolana (conglomerati e sabbie arcose) immerse in matrice sabbioso-



*Geologo **Franco GUGLIEMELLI***  
*Via Matteo Cosentino 20*  
*85034 Francavilla in Sinni (PZ)*  
*☎ 0973.577911 - 📠 0971.308015*

limosa passanti verso l'alto a sabbie e ghiaie grigio-giallastre, con abbondante matrice, le cui caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica sono tali da consentire l'intervento previsto nei termini che saranno indicati più avanti.



#### 4.5 - Indagini Geognostiche

Nell'area di studio è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche dirette ed indirette contenute nella relazione delle indagini **Relazione\_10998\_ROP\_GEO\_17\_Rev0**, e riportati in Fig. 8. Queste ultime sono state eseguite per la caratterizzazione litologica, fisico-meccanica, idrogeologica e sismica dei terreni dell'area di sedime dell'ex Caserma Duca d'Aosta. Tali indagini sono state ritenute soddisfacenti per la definizione del Modello Geologico e Sismico, che ricostruisce il contesto in cui si sviluppa la struttura oggetto di Studio. Tali prospezioni geognostiche sono state individuate e scelte anche in base alla logistica di accesso ai luoghi, che non ha permesso fisicamente l'utilizzo di macchine per carotaggio, in grado di prelevare campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio. Si è ovviato a questo utilizzando miniescavatori che hanno prelevato campioni indisturbati e permesso di definire anche la stratigrafia a contatto con i terreni di fondazione e la geometria di queste ultime.

In particolare sono stati eseguiti:

1. n. 5 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH, per la restituzione del modello geologico del suolo;
2. n. 3 scavi geognostici per la ricostruzione della stratigrafia dei terreni a diretto contatto con le strutture fondali;
3. n. 1 in prelievo di campione di terreno indisturbato;
4. n. 3 prelievi di campioni di terreno disturbato;
5. n. 4 prove geotecniche di laboratorio;
6. n. 2 prospezioni sismiche con metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la caratterizzazione sismica del suolo;
7. n. 2 prospezioni sismiche passive HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) per la determinazione della frequenza caratteristica di risonanza del sito.

Per la lettura dei rapporti delle indagini eseguite si rimanda alla Relazione sulle indagini eseguite che costituisce parte integrante del presente rapporto.



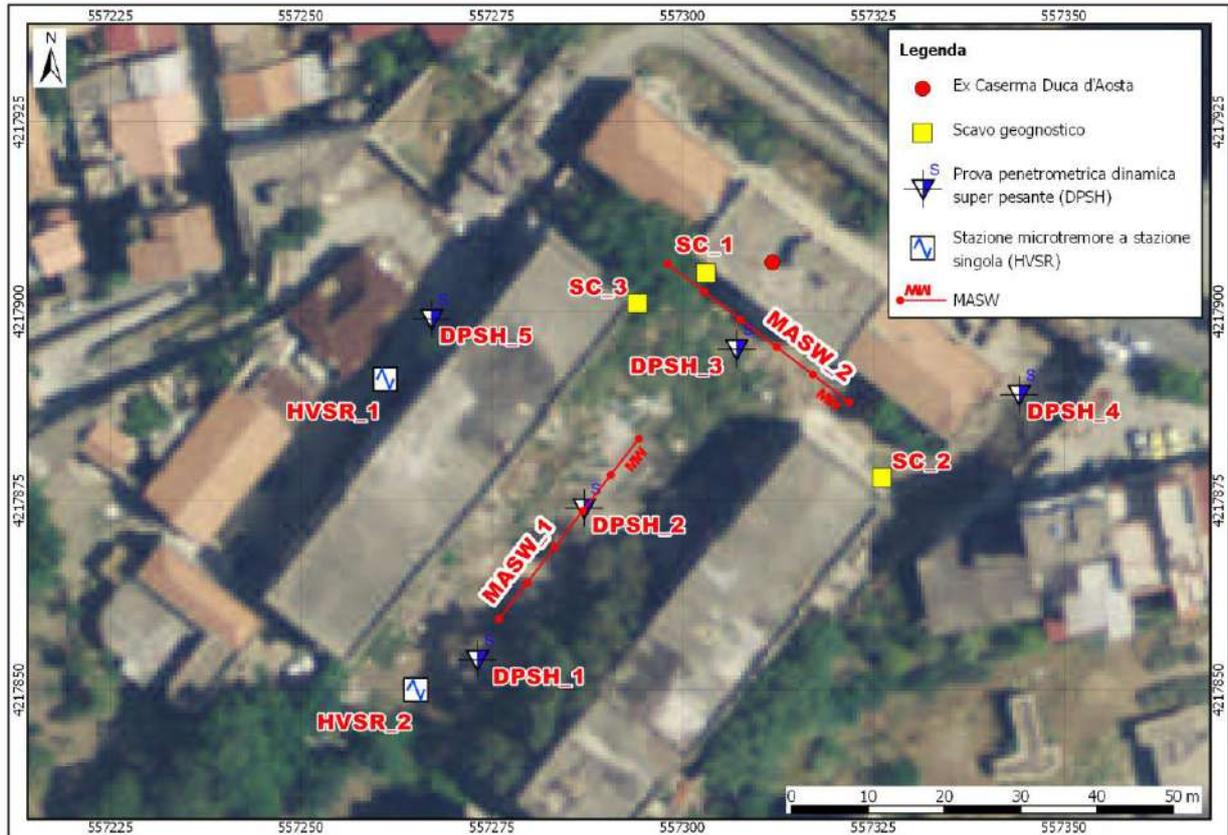


Fig. 13 – Ubicazione indagini

#### 4.5.1 - Risultati delle Indagini Geognostiche

##### 4.5.1.a - Assetto Litostratigrafico

Nel presente paragrafo è riassunto il modello geologico del sottosuolo, emerso dall'analisi dagli scavi geognostici e dalle prove penetrometriche, per il dettaglio si rimanda ai logs stratigrafici dell'allegato della Relazione sulle indagini eseguite.

Nell'elaborazione è stato possibile suddividere i terreni intercettati dagli scavi geognostici e dalle prove penetrometriche, sulla base di caratteristiche litologiche e geotecniche simili, in **3** livelli litologici.

Al di sotto di uno spessore di terreno vegetale e/o pavimentazione in cemento (0,10m), si rinviene il primo (**L1**) caratterizzato da "Terreno di riporto, a tratti ben compatto, caratterizzato da sabbie limose al cui interno si rinvengono ghiaie e sabbie grossolane. All'interno di questo livello sono presenti pezzami litoidi eterogenei ed eterometrici di colore

*grigio scuro". Per quanto riguarda il secondo (L2), si tratta di "Sabbie con limo debolmente ghiaiose di colore marrone scuro caratterizzate da alternanze di livelli grossolani". Nel terzo livello (L3) si rinvencono "Sabbie giallo ocre con livelli decimetrici limosi alternati a livelli con granulometrie più grossolane immerse in matrice sabbioso-limosa".*

Nel complesso si tratta di terreni appartenenti ai *Depositi marini terrazzati*.

Di seguito è riportato lo schema della successione dei livelli litologici individuati e sopra descritti. Le quote si riferiscono al piano campagna:

*Livello litologico n.1* (da 0,00m a -1,20m): *Terreno di riporto ben compatto caratterizzato da sabbie limose al cui interno si rinvencono ghiaie e sabbie grossolane. All'interno di questo livello sono presenti pezzami litoidi eterogenei ed eterometrici di colore grigio scuro;*

*Livello litologico n.2* (da -1,20m a -3,20m): *Sabbie con limo debolmente ghiaiose di colore marrone scuro caratterizzate da alternanze di livelli grossolani.*

*Livello litologico n.3* (da >-3,20m): *Sabbie giallo ocre con livelli decimetrici limosi alternati a livelli con granulometrie più grossolane (conglomerati e sabbie arenacee) immerse in matrice sabbioso-limosa. Si tratta di litologie molto competenti*

Dal punto di vista idrogeologico, i livelli litologici individuati presentano caratteristiche di permeabilità che può comprendersi in un range da medio ad alto. Difatti durante l'esecuzione dei saggi non è stata rilevata presenza di falda idrica che è presente a profondità maggiori di 6-7m dall'attuale piano campagna, in considerazione anche della permeabilità delle litologie.

#### **4.5.1.b - Prove Geotecniche di Laboratorio**

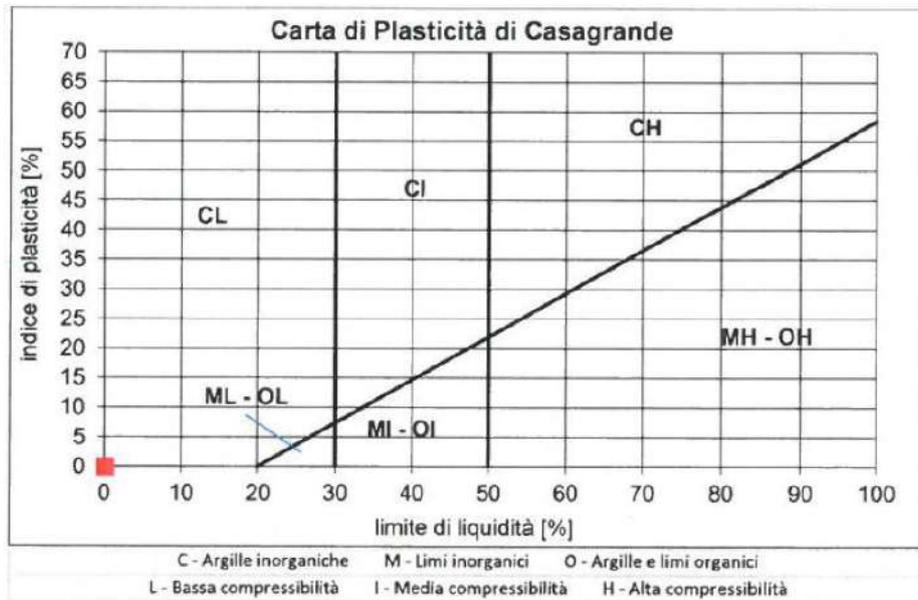
I campioni prelevati durante l'esecuzione degli scavi geognostici sono stati sottoposti alle prove di laboratorio per la definizione delle caratteristiche fisiche e geotecniche. Nelle tabelle seguenti sono riassunti i valori dei parametri determinati in laboratorio, mentre i dati completi sono riportati nella Relazione sulle indagini eseguite allegata alla presente.

L'analisi dei risultati di laboratorio, per ciò che riguarda le caratteristiche fisiche dei terreni, evidenzia che le classi granulometriche costituenti i campioni sono concordi con quelle definite nelle analisi di campagna e riportati nelle stratigrafie.



### Scavo Geognostico 1 (SC 1) da 0,00m a -2,20m

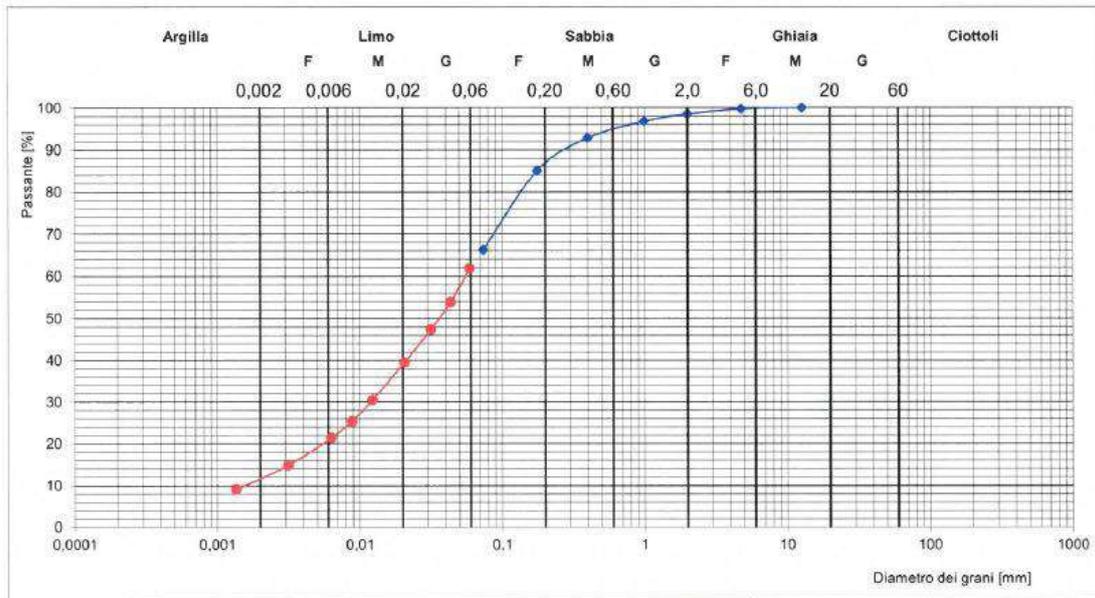
Il campione **S1-C1** è stato prelevato (-1.00m/-1.30m) all'interno di uno strato di *Sabbie con limo debolmente ghiaiose di colore marrone olivastro; si tratta di sabbia medio-fine micacea con alternanze di livelli più grossolani e con clasti millimetrici ed altri livelli più limosi*. Nella Carta di plasticità di Casagrande, il campione S1-C1 (la presenza della granulometria argillosa è quasi nulla pertanto sono inserite nel campo delle *argille inorganiche a bassa compressibilità* (Fig. 12), ma la loro plasticità è prossima allo zero.



**Fig. 14** – Carta di Plasticità di Casagrande

Il campione **S1-C2**, disturbato, è stato prelevato (-1.60m/-1.70m) all'interno di uno strato di *Limi con sabbia argillosi di colore marrone grigiastro scuro*.

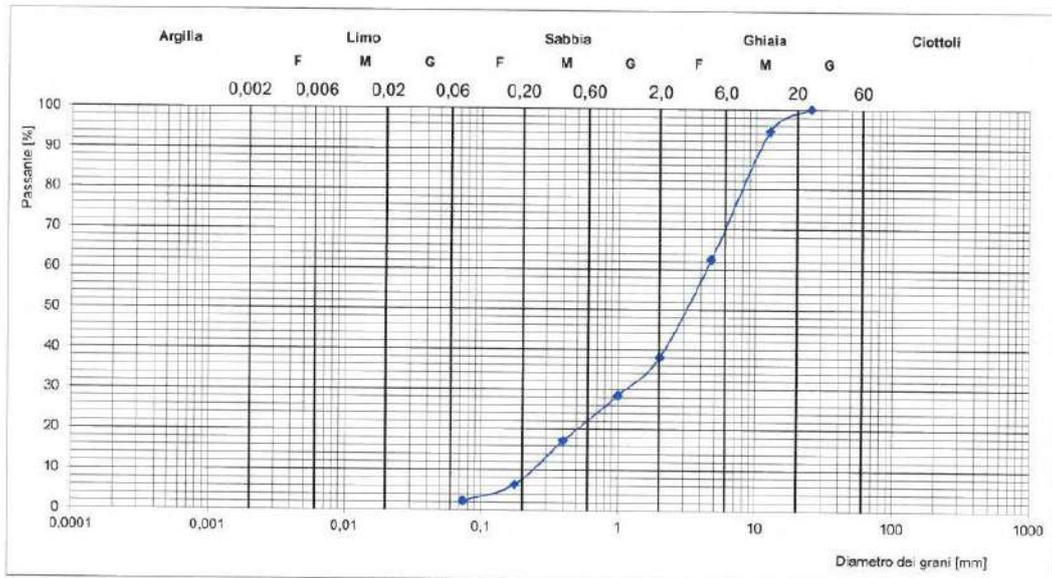




**Fig. 15** – Diagramma Analisi Granulometrica

**Scavo Geognostico 2 (SC 2) da 0,00m a -1,40m**

Il campione **S2-C1** è stato prelevato (-1.20m/-1.30m) all'interno di uno strato di *Ghiaie e sabbie di colore marrone grigiastro scuro*.

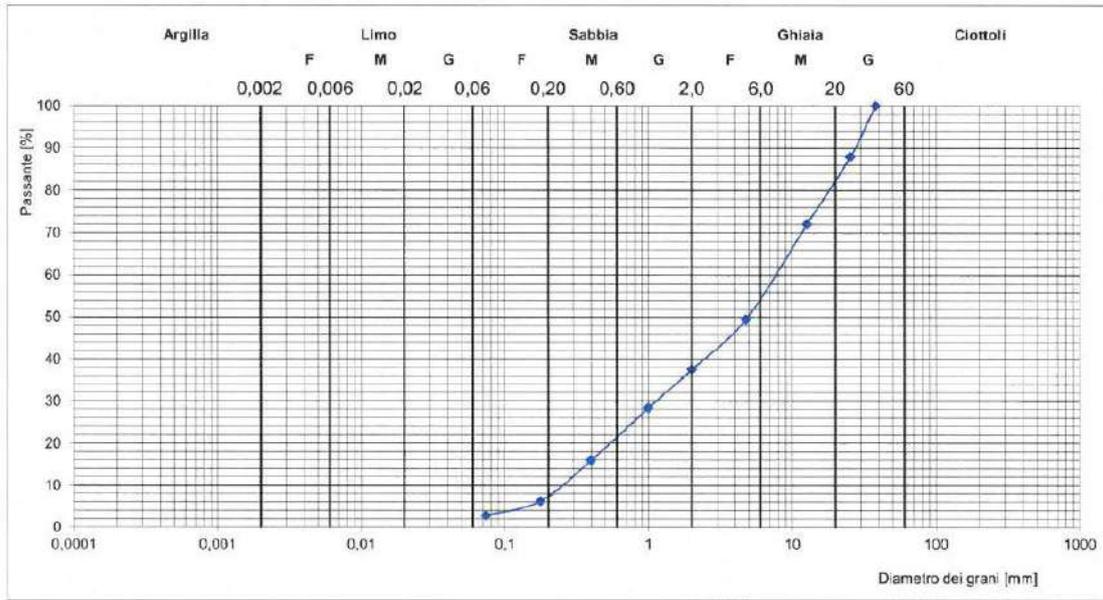


**Fig. 16** – Diagramma Analisi Granulometrica

**Scavo Geognostico 3 (SC 3) da 0,00m a -0,80m**

Il campione **S3-C1** è stato prelevato (-0.60m/-0.70m) all'interno di uno strato di *Ghiaie e sabbie di colore marrone grigiastro scuro*.





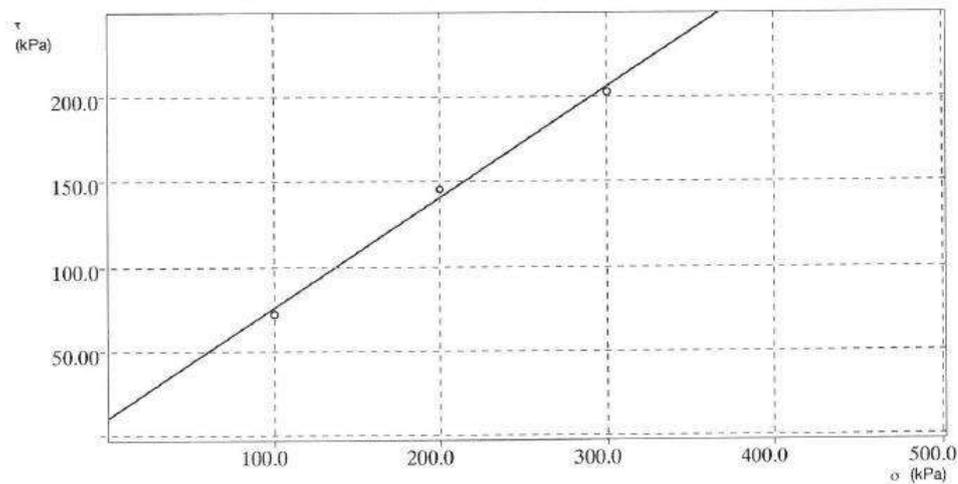
**Fig. 17** - Diagramma Analisi Granulometrica

Caratteristiche dei provini

Campione	H <sub>0</sub> mm	A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>	γ <sub>n</sub> g/cm <sup>3</sup>	γ <sub>d</sub> g/cm <sup>3</sup>	w <sub>0</sub> %	w <sub>c</sub> %	S <sub>0</sub> %	S <sub>c</sub> %
C1	20.000	36.000	1.798	1.388	29.500	32.500	83.562	99.366
C1	20.000	36.000	1.798	1.388	29.500	30.500	83.562	98.763
C1	20.000	36.000	1.798	1.388	29.500	25.000	83.562	98.778

Caratteristiche fasi consolidazione e rottura

Campione	σ kPa	H mm	Δt ore	τ <sub>r</sub> kPa	S <sub>h</sub> mm	v μm/min
C1	100.00	19.278	24.000	72.507	5.567	6.000
C1	200.00	18.771	24.000	145.51	5.024	6.000
C1	300.00	17.224	24.000	203.17	5.205	6.000



Risultati

φ'	: 33.20 Gradi
c'	: 9.80 kPa

**Fig. 18a** - Determinazione coesione (c') e angolo di attrito (φ')



#### 4.5.1.c – Lineamenti di Geotecnica

Per gli scopi in oggetto, stante anche la disponibilità di dati rilevati dalle prove penetrometriche pesanti DPSH (contenuti nell'elaborato delle indagini geognostiche eseguite) e dai valori emersi dalle prove di Geotecniche di Laboratorio sui campioni prelevati in situ, è stato possibile definire con buona approssimazione le proprietà fisico-meccaniche dei terreni ed attribuire ad essi parametri geotecnici sufficientemente attendibili.

I terreni in esame presentano un grado di resistenza alla compressione che nel complesso può definirsi buono.

Per quel che concerne la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione, sulla di quanto dianzi riportato è stato possibile attribuire ai parametri geotecnici fondamentali i seguenti valori:

<b>coesione</b>	<b>c= 0,00 ÷ 1,00 t/m<sup>2</sup></b>
<b>peso di volume del terreno</b>	<b>γ= 1,80 ÷ 1,85 t/m<sup>3</sup></b>
<b>angolo di attrito interno</b>	<b>φ= 28 gradi</b>

Per quanto riguarda i dettagli ed in particolar modo il Modello Geotecnico del sottosuolo si farà riferimento alla Relazione Geotecnica allegata alla Verifica Sismica .

#### 4.5.1.d – Modello Geologico

Sulla scorta delle indagini eseguite, a corredo della Vulnerabilità Sismica LC3 dell'ex Caserma Duca D'Aosta di Reggio Calabria, e da quanto emerso dalla caratterizzazione e dall'interpretazione dei dati acquisiti ed elaborati: (*Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti - DPSH - , scavi geognostici per la stratigrafia dei terreni a diretto contatto con le strutture fondali; campioni di terreno sottoposti a prove geotecniche di laboratorio, indagini geofisiche del tipo M.A.S.W e rilievo della frequenza di sito tramite l'esecuzione di misure HVSR*)

E' stato possibile definire un Modello Geologico ed un Modello Sismico attendibili per lo Studio delle interazioni con la struttura sovrastante e grazie alle conoscenze acquisite nelle fasi delle indagini strutturali.

Il Modello è derivato dalla ricostruzione dei lineamenti geologici dell'area di studio con inquadramenti in un più ampio scenario di riferimento. Le informazioni utili alla sua

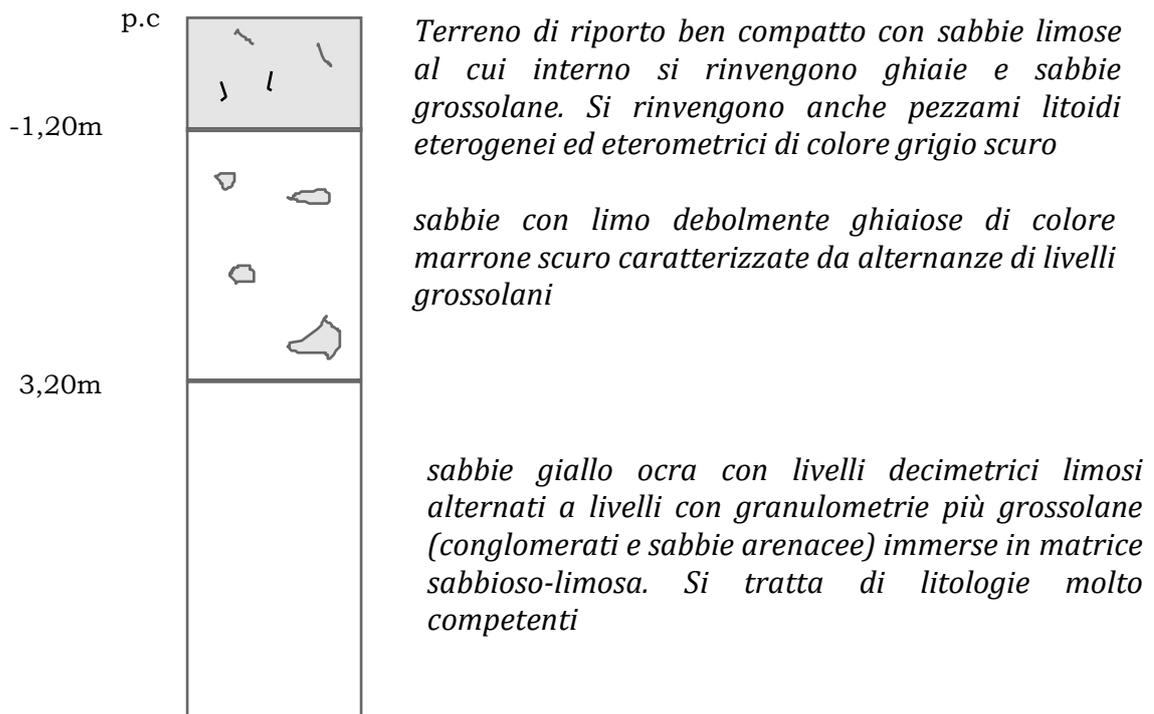


definizione sono stati tratti dai lineamenti geologici regionali e quelli da quelli di una vasta area, all'interno della quale è compreso la struttura oggetto di Studio, facendo riferimento anche ai dati bibliografici disponibili e al modello geologico regionale più accreditato (Geologia regionale calabrese, Rischi Piano Protezione Civile, Piani Regionali, ecc). In questa fase sono emersi gli elementi lito e crono-stratigrafici nonché l'assetto strutturale ed i loro rapporti stratigrafici e tettonici.

In dettaglio sono state di valido supporto le indagini in situ svolte, contenute nell'allegato della Relazione sulle Indagini Geognostiche, che hanno permesso di calibrarlo in relazione all'inserimento della struttura nel contesto geologico di cui trattasi.

Il modello geolitologico che in modo particolare caratterizza il terreno di fondazione è caratterizzato da - **(L1)** (da 0,00m a -1,20m) - *Terreno di riporto ben compatto con sabbie limose al cui interno si rinvencono ghiaie e sabbie grossolane. Si rinvencono anche pezzami litoidi eterogenei ed eterometrici di colore grigio scuro.* Segue **(L2)** (da -1,20m a -3,20m): *si tratta di sabbie con limo debolmente ghiaiose di colore marrone scuro caratterizzate da alternanze di livelli grossolani.* Infine **(L3)** (>-3,20m): *che rappresenta le sabbie giallo ocra con livelli decimetrici limosi alternati a livelli con granulometrie più grossolane (conglomerati e sabbie arenacee) immerse in matrice sabbioso-limosa. Si tratta di litologie molto competenti*

### **MODELLO LITOSTRATIGRAFICO**



## **5 - STUDIO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO**

### **5.1 - Idrografia ed Idrogeologia**

La ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dell'area in esame ha messo in evidenza la presenza di due formazioni di origine sedimentaria che presentano permeabilità che varia da buona ad elevata.

I terreni pleisto-olocenici di copertura costituiscono un complesso eterogeneo ed anisotropo che presenta permeabilità variabile, ma nel complesso buona, infatti a livelli a permeabilità medio-bassa seguono livelli a permeabilità medio alta, e quindi di nuovo livelli a permeabilità elevata.

I livelli a permeabilità ridotta comunque non presentano uno sviluppo elevato per continuità e per estensione, e solo eccezionalmente mostrano un'incidenza di qualche rilievo.

I terreni del substrato pliocenici costituiscono un complesso abbastanza omogeneo ed isotropo e possiedono, permeabilità buona. I terreni impermeabili, o a permeabilità ridotta, si rinvengono, a profondità elevate, al di sotto della formazione delle Ghiaie di Messina.

Siamo dunque di fronte ad una struttura idrogeologica semplice, in cui si verificano le condizioni necessarie e sufficienti per l'accumulo d'acqua sotterranea e il suo spostamento sotto l'azione della forza di gravità. Le condizioni generali rendono presumibile l'esistenza di una falda freatica in tale struttura, ma con il livello della superficie piezometrica posto a notevole profondità rispetto al piano di campagna.

Ciò dimostra come i terreni qui presenti consentano abbastanza agevolmente l'infiltrazione delle acque meteoriche, ma è importante tuttavia sottolineare che, in occasione di elevate aliquote infiltrative, nei livelli poco permeabili, presenti all'interno dei terreni di copertura, si possono formare falde sospese a carattere locale e temporaneo, con spostamenti di acqua sotterranea anche su percorsi a componente orizzontale prevalente.

Per quanto attiene i dati meteo climatici dell'area in esame lo stesso studio valuta intorno a 1000 mm/anno di precipitazioni con le massime distribuite nei mesi invernali.

Nella zona in esame non sono state segnalate sorgenti, mentre saltuari fenomeni di emergenze idriche caratterizzate da portate e durata molto modeste, benché non osservate né giustificate da indizi individuati, non possono escludersi a quote variabili sulle scarpate dei valloni.



Per quanto riguarda la circolazione idrica superficiale, all'interno del terrazzo non si riscontra un vero e proprio reticolo idrografico, il quale si attiva solo occasionalmente in concomitanza di abbondanti precipitazioni meteoriche, per cui non si osservano in atto particolari problemi ricollegabili a fenomeni di esondazioni.

Per cui le acque dopo un primo tratto percorso per ruscellamento diffuso, si convogliano verso le linee di impluvio presenti lungo i versanti che orlano il terrazzo le quali pertanto, allo stato attuale, rappresentano i naturali canali di drenaggio delle acque superficiali interne al terrazzo, anche se bisogna ricordare che le opere di urbanizzazione fin qui realizzate, convogliano la gran parte delle acque meteoriche nella rete di fognatura, o nelle altre opere di canalizzazione realizzate.

## 5.2 - Aspetti Climatologici

Sono stati presi in esame i dati disponibili delle stazioni di rilevamento dell'Istituto Idrografico e Mareografico sezione di CZ presenti nel territorio e forniti dall' ARSSA di Reggio Calabria.

### 5.2.1 - Temperatura

Il territorio comunale, dall'analisi dei dati in possesso, si può suddividere in tre zone:

- la prima, raggiunge a partire dal livello del mare 450 m di quota, con valori di temperatura media annua di circa 16 °C;
- la seconda, fino a 900 m. nella quale i valori di temperatura media annua si attestano intorno ai 12 °C;
- la terza, che raggiunge i maggiori rilievi, registra valori di temperatura media annua che si aggirano intorno ai 7 °C.

Il mese più caldo in tutte le stazioni è Agosto; quello più freddo è Gennaio. L'escursione termica annua è molto accentuata per tutte le stazioni.

Nel dettaglio i dati relativi alle stazioni interessate.

Codice Stazione	Comune	Quota	N_Gauss_Boaga	E_Gauss_Boaga	Gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
2430	Reggio di Calabria	15	4217310,22	2376531,04	9,7	11	11	15	17	20	22	21	21	16	15	11	16
2455	Reggio Calabria	15	4217605,828	2575821,615	9	11	11	12	19	24	26	16	20	17	9,4	8,5	15
2465	" "	670	4215409,71	2587032,003	0,9	2,2	5,4	8,4	6,8	17	19	21	16	12	8,6	5,2	10
2340	Roccaforte del Greco	930	4211247,81	2599009,74	5,7	5,7	7,1	8,8	16	20	22	23	18	15	10	7,2	13
2470	Santo Stefano in Aspromonte	1300	4224770,2	2593327,95	1,9	2,2	4,3	5,7	8,8	11	12	13	9,8	7,9	5,7	3,2	7

**Tab. 1** – Temperature medie durante l'anno riferite al trentennio 1970- 2000



*Geologo Franco GUGLIEMELLI*  
*Via Matteo Cosentiono 20*  
*85034 Francavilla in Sinni (PZ)*  
*☎ 0973.577911 - 📠 0971.308015*

Fonte: Istituto Idrografico e Mereografico, sezione di CZ



### 5.2.2 - Precipitazioni

I dati medi annui mettono in evidenza una variabilità in senso altitudinale dal settore occidentale a quello orientale, mentre, per quanto attiene la distribuzione percentuale delle piogge nelle diverse stagioni il 74% circa delle precipitazioni medie annue si verificano tra l'autunno e l'inverno, con massimo in questa ultima stagione; il 21% circa in primavera e solo il 5% circa in estate.

La distribuzione percentuale dei giorni piovosi segue un andamento analogo, con il 65% circa tra l'autunno e l'inverno, il 25% circa in primavera e il 9% circa in estate. Il mese più secco è luglio, mentre il mese più piovoso è dicembre.

Nel dettaglio i dati relativi alle stazioni utilizzate.

Codice Stazione	Comune	Quota	N_Gauss_Boaga	E_Gauss_Boaga	Gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Tot. anno
2500	Villa San Giovanni	4	4230085,27	2575599,58	64	51	49	49	21	11	23	20	65	71	50	74	548
2480	Reggio di Calabria	10	4224390,50	2576685,05	113	89	83	62	32	11	22	22	45	112	101	101	793
2455	Reggio Calabria	15	4217605,83	2575821,62	61	54	57	38	22	11	6	16	34	84	84	65	532
2450	Reggio di Calabria	15	4217310,22	2576531,04	64	49	53	39	19	7	9	8	43	81	68	75	515
2390	Motta San Giovanni	117	4202129,70	2580110,02	68	49	51	29	17	4	2	7	36	85	72	77	497
2490	San Roberto	325	4229595,15	2584309,75	191	127	136	55	22	8	42	24	37	102	55	84	883
2420	Reggio di Calabria	349	4213861,48	2582631,09	160	118	113	77	39	16	16	21	62	145	150	146	1063
2380	Montebello Ionico	470	4204304,78	2586604,03	142	85	99	45	23	6	4	8	53	102	110	125	802
2400	Motta San Giovanni	480	4206328,09	2580981,60	83	55	60	36	16	5	2	7	36	82	74	80	536
2460	Reggio di Calabria	573	4217673,51	2582087,61	145	145	115	95	47	25	22	31	50	129	125	146	1075
2465	Reggio di Calabria	670	4215409,71	2587032,00	249	65	29	166	15	8	2	9	310	84	180	136	1253
2340	Roccaforte del Greco	930	4211247,81	2599009,74	133	102	94	46	35	7	13	15	61	120	104	119	849
2470	S. Stefano in Aspromonte	1300	4224770,20	2593327,95	163	173	122	120	62	16	32	28	69	131	124	166	1206

**Tab. 2** – Dati pluviometrici precipitazione annua, media riferita al trentennio 1970- 2000 (unità di misura mm.)  
 Fonte: Istituto Idrografico e Mereografico, sezione di CZ

### 5.2.3 - Vento, umidità, neve

Per tali fattori climatici i dati a disposizione sono carenti. Da informazioni locali assunte ed elementi di nostra conoscenza si può affermare che il numero medio dei giorni nei quali si sono avute le precipitazioni nevose durante il periodo invernale, concentrate prevalentemente oltre i 1000m s.l.m., ha il valore minimo a novembre ed il massimo a gennaio; seguono, rispettivamente, febbraio, dicembre e marzo.



I venti dominanti sono la Tramontana ed il Grecale, con velocità che spesso supera i 30 nodi tanto da considerarsi forte e fortissimo. La loro azione causa stress e danneggiamenti al patrimonio vegetale.

Non meno dannoso, è lo Scirocco, che spirando dai quadranti meridionali, in determinati periodi dell'anno, inaridendo il fogliame ed il terreno stesso, costituisce un problema agronomico rilevante per molte colture vegetali.

L'andamento annuo dell'umidità registra un valore medio che si attesta intorno al 68% con punte massime del 99%. I mesi con umidità elevata sono Dicembre e Gennaio (74%) mentre nel mese di Luglio si ha il valore minimo (Fonte O. Ciancio -1971).

#### **5.2.4 - L'evapotraspirazione potenziale nel territorio**

L'evapotraspirazione rappresenta la perdita di acqua da una determinata superficie che avviene congiuntamente attraverso l'evaporazione dal suolo e dall'apparato aereo della vegetazione, nonché con la traspirazione da parte della stessa vegetazione. Ne consegue che questo processo è in funzione di numerosi fattori che interagiscono: condizioni climatiche, copertura vegetale, condizioni di umidità del suolo, eventuali pratiche agronomiche e selvicolturali.

La stima della perdita di acqua e dell'evapotraspirazione caratterizza in modo sintetico le condizioni climatiche di un determinato ambiente, assumendo grande importanza per una valutazione completa del bilancio idrico.

Il concetto di evapotraspirazione potenziale (ETP), introdotto da PENMANN e THORNTHWAITE (1948), che rappresenta la perdita di acqua da una superficie vegetale standard, in buono stato vegetativo e in condizioni ottimali di disponibilità idrica, esprime la sintesi tra tale superficie vegetale e i parametri fisici che condizionano il passaggio di stato dell'acqua, mantenendo costanti le condizioni di umidità del suolo.

I valori annui tendono a decrescere con l'aumentare della quota, assumendo il valore massimo, che si attesta intorno ai 940 mm. nella fascia litoranea e il minimo circa 730 mm nella fascia montana. La distribuzione percentuale mensile assume il valore massimo in luglio e minimo in gennaio, con valori intermedi nel mese di maggio; conseguentemente, la distribuzione stagionale assume valori minimi in inverno e massimi in estate.



### **5.2.5 - Sintesi Climatica**

Il clima del territorio comunale, è di tipo prettamente mediterraneo, con precipitazioni concentrate nel periodo autunno-inverno, estati caratterizzate da elevate temperature e scarsa piovosità ed inverni miti.

Le variazioni climatiche in senso altimetrico nel comprensorio sono abbastanza marcate, la temperatura media annua varia da 16° C alle quote basse a 7° C alle quote più elevate; la piovosità media annua varia, dai circa 720 ai 1.200 mtn/anno.

L'esame dei dati termopluviometrici consente di evidenziare, trascurando la varietà di microclimi stazionari, che tutto il territorio è caratterizzato da uno stesso tipo di clima, con variazioni legate all'altitudine.

Infatti, mentre nelle zone litoranee il clima è tipicamente eumediterraneo, con inverni miti ed estati calde e siccitose; nelle zone interne e sopra gli 800 m di quota con l'aumentare dell'altitudine si passa verso un clima di tipo "montano-mediterraneo" caratterizzato da inverni sempre più freddi e piovosi ed estate solitamente più fresche.



## 6 - RELAZIONE SISMICA

### 6.1 - Inquadramento Sismico

In seguito all' Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 dell'8 maggio 2003, recante "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche" per le costruzioni in zona sismica, sono stati approvati i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone di cui all'allegato 1 dell'O.P.C.M.

In tale normativa, le zone sismiche sono individuate sulla base di specifici criteri, secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riportati nella tabella seguente.

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ( $a_g/g$ )
1	Zona con pericolosità sismica <b>alta</b> . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g > 0,25g$	<b>0,35g</b>
2	Zona con pericolosità sismica <b>media</b> , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$	<b>0,25g</b>
3	Zona con pericolosità sismica <b>bassa</b> , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$	<b>0,15g</b>
4	Zona con pericolosità sismica <b>molto bassa</b> . È la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$	<b>0,05g</b>

**Tab. 3** – Classificazione zone sismiche

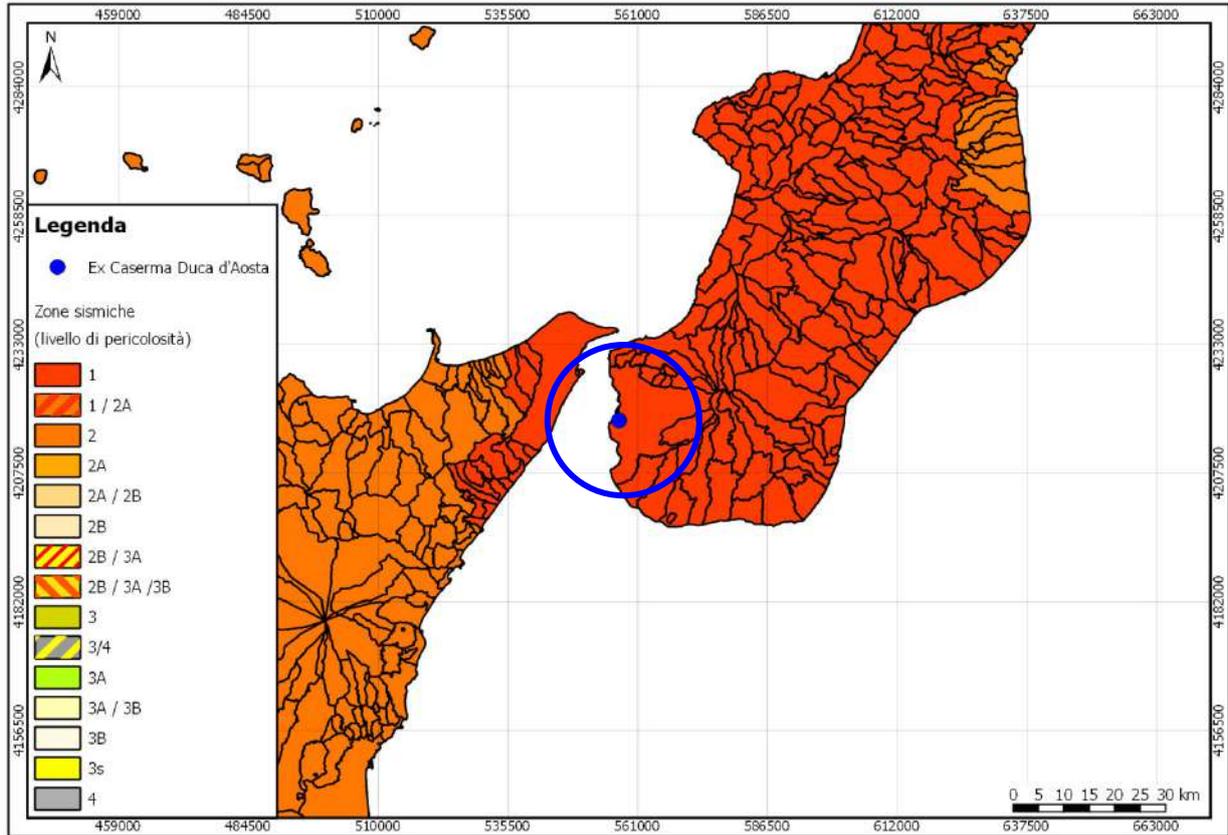
In ottemperanza a tale normativa la Regione Calabria, ha aggiornato la classificazione sismica dei comuni aggiornata con la Delibera della Giunta della Regione Calabria n. 47 del 10 febbraio 2004 (BUR Calabria n. 9 del 15/05/2004).

L'Ordinanza n. 3519 del 28-04-2006 della Presidenza del Consiglio dei Ministri recante "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", che si ricollega alla mappa di pericolosità



sismica di riferimento a scala nazionale, elaborata dall'INGV, non ha prodotto variazioni nella classificazione approvata precedentemente dalle Regione.

Nell'ambito della classificazione attualmente in vigore (DGR n. 47 del 10.02.2004), il territorio comunale di **Reggio Calabria** è inserito nella **zona sismica 1** (Tab. 3).



**Fig. 19** – Classificazione Sismica del Comune di Reggio Calabria (riportato in blu)

Gli Studi riguardanti la distribuzione delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>) indicano, per il Comune di Reggio Calabria, quali principali eventi sismici che hanno avuto un grande risentimento fino al 2006, quelli nella Tabella 4 e Figura 17, di seguito riportate, con:

- I - Intensità sismica al sito (MCS);
- Data - Anno mese giorno e orario;
- Ax Zona epicentrale;
- Np - numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;
- Io - Intensità sismica epicentrale (MCS);
- Mw - Magnitudo momento.

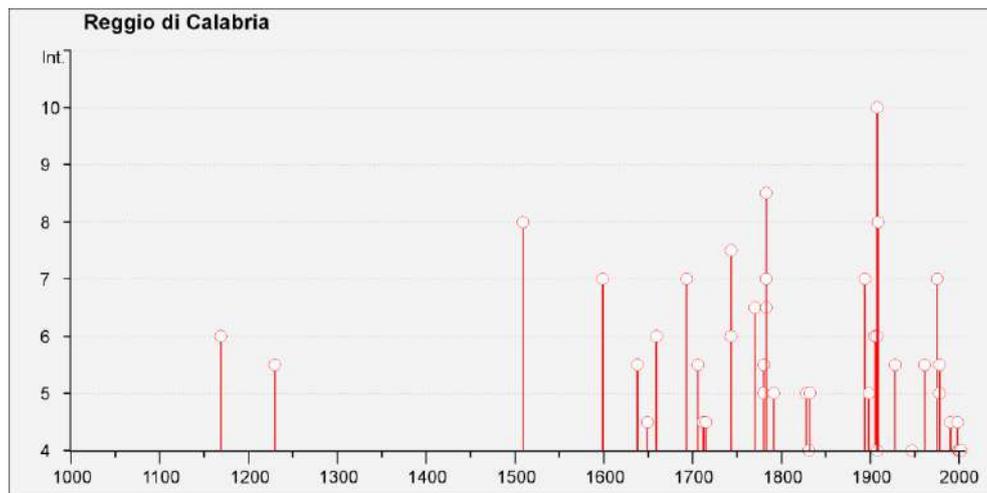


I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
6	<a href="#">1169 02 04 07:00</a>	Sicilia orientale	10	10	6.41 ±0.34
5-6	<a href="#">1230 04 05</a>	REGGIO CALABRIA	1	5-6	4.51 ±0.34
NR	<a href="#">1494 05 29 02:15</a>	Messina	2	7-8	5.35 ±0.34
8	<a href="#">1509 02 25 22:20</a>	Calabria meridionale	4	8	5.57 ±0.38
7	<a href="#">1599 08</a>	MESSINA	2	7	5.14 ±0.34
5-6	<a href="#">1638 03 27 15:05</a>	Calabria	213	11	7.03 ±0.12
4-5	<a href="#">1649 01</a>	MESSINA	2	5-6	4.51 ±0.34
6	<a href="#">1659 11 05 22:15</a>	Calabria centrale	126	10	6.55 ±0.13
7	<a href="#">1693 01 11 13:30</a>	Sicilia orientale	185	11	7.41 ±0.15
5-6	<a href="#">1706 03 19</a>	REGGIO CALABRIA	4	5-6	4.63 ±0.72
4-5	<a href="#">1712 07 16</a>	CALABRIA MERID.	4		
4-5	<a href="#">1715 02 21</a>	REGGIO CALABRIA	4	5-6	4.51 ±0.34
7-8	<a href="#">1743 02 20 16:30</a>	Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19
6	<a href="#">1743 12 07 00:05</a>	Calabria centrale	25	8	5.68 ±0.47
F	<a href="#">1767 07 14 01:05</a>	Cosentino	8	8-9	5.98 ±0.61
6-7	<a href="#">1770 06 08</a>	REGGIO CALABRIA	2	5-6	4.51 ±0.34
5-6	<a href="#">1780 03 28 22:15</a>	Taormina	8	7-8	5.55 ±0.64
5	<a href="#">1780 04 09 02:30</a>	Messina	3	6-7	4.93 ±0.34
8-9	<a href="#">1783 02 05 12:00</a>	Calabria	356	11	7.02 ±0.08
6-7	<a href="#">1783 02 07 13:10</a>	Calabria	191	10-11	6.62 ±0.11
7	<a href="#">1783 03 28 18:55</a>	Calabria	323	11	6.98 ±0.08
5	<a href="#">1791 10 13 01:20</a>	Calabria centrale	76	9	6.03 ±0.17
3-4	<a href="#">1818 02 20 18:15</a>	Catanese	128	9-10	6.23 ±0.12
3-4	<a href="#">1824 12 11</a>	ROSSANO	4	7-8	5.35 ±0.34
5	<a href="#">1828 03 12</a>	PALMI	4	7	5.14 ±0.34
4	<a href="#">1831 01 28</a>	MILAZZO	4	5-6	4.51 ±0.34
5	<a href="#">1832 03 08 18:30</a>	Crotonese	101	10	6.59 ±0.16
NF	<a href="#">1835 10 12 22:35</a>	Cosentino	36	9	5.83 ±0.32
NF	<a href="#">1836 04 25 00:20</a>	Calabria settentrionale	46	9	6.20 ±0.25
3	<a href="#">1854 02 12 17:50</a>	Cosentino	89	10	6.21 ±0.16
2	<a href="#">1857 12 16 21:15</a>	Basilicata	340	11	7.03 ±0.08
3	<a href="#">1869 11 28</a>	VIBO VALENTIA	21	5-6	4.66 ±0.34
2-3	<a href="#">1870 10 04 16:55</a>	Cosentino	56	9-10	6.10 ±0.19
3	<a href="#">1884 01 10 20:35</a>	VERSANTE SETTENTRIONALE	14	5	4.39 ±0.34
3	<a href="#">1887 12 03 03:45</a>	Calabria settentrionale	142	8	5.49 ±0.14
3	<a href="#">1892 03 16 12:38</a>	ALICUDI	28	7	5.29 ±0.31
3	<a href="#">1893 04 22 03:20</a>	MONTALBANO	33	6-7	4.87 ±0.28
7	<a href="#">1894 11 16 17:52</a>	Calabria meridionale	303	9	6.07 ±0.10
F	<a href="#">1894 12 27</a>	FILICUDI	12	6	5.18 ±0.34
5	<a href="#">1898 08 12</a>	ROMETTA	69	6-7	4.89 ±0.22
6	<a href="#">1905 09 08 01:43</a>	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16
6	<a href="#">1907 10 23 20:28</a>	Calabria meridionale	274	8-9	5.87 ±0.25
4	<a href="#">1908 12 10 06:20</a>	NOVARA DI SICILIA	64	7	5.13 ±0.26
10	<a href="#">1908 12 28 04:20</a>	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15
8	<a href="#">1909 07 01 06:24</a>	CALABRO MESSINESE	35		
3-4	<a href="#">1910 06 07 02:04</a>	Irpinia-Basilicata	376	8	5.73 ±0.09
3-4	<a href="#">1913 06 28 08:52</a>	Calabria settentrionale	151	8	5.66 ±0.14
NF	<a href="#">1913 10 04 18:26</a>	Matese	205	7-8	5.37 ±0.11
F	<a href="#">1916 07 03 23:21</a>	STROMBOLI	18	5-6	4.93 ±0.26
5-6	<a href="#">1928 03 07 10:55</a>	CAPO VATICANO	30	7-8	5.83 ±0.26
3	<a href="#">1936 10 08 08:04</a>	Patti	16		4.84 ±0.20
4	<a href="#">1947 05 11 06:32</a>	Calabria centrale	254	8	5.70 ±0.13
5-6	<a href="#">1961 03 24 10:36</a>	ASPRMONTE	59	5-6	4.79 ±0.28
RS	<a href="#">1967 12 09 03:09</a>	Adriatico Meridionale	22		
3	<a href="#">1968 05 19 09:37</a>	Basso Tirreno	11		4.90 ±0.29
7	<a href="#">1975 01 16 00:09</a>	Stretto di Messina	346	7-8	5.20 ±0.09



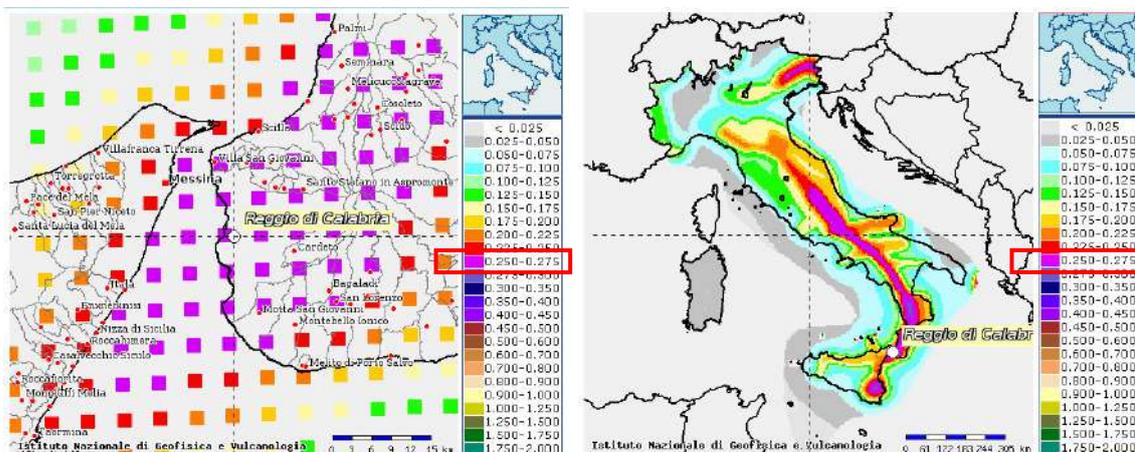
5	<a href="#">1978 03 11 19:20</a>	Calabria meridionale	126	8	5.24 ±0.09
5-6	<a href="#">1978 04 15 23:33</a>	Golfo di Patti	332		6.06 ±0.09
3-4	<a href="#">1980 11 23 18:34</a>	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4-5	<a href="#">1990 12 13 00:24</a>	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64 ±0.09
4-5	<a href="#">1998 02 08 01:12</a>	ASPROMONTE	39	5	4.13 ±0.17
4	<a href="#">1999 02 14 11:45</a>	Patti	101		4.69 ±0.09
4	<a href="#">2000 03 17 03:52</a>	Calabria	25	5	4.22 ±0.16
3-4	<a href="#">2002 04 05 04:52</a>	Isole Eolie	21	5-6	4.47 ±0.09
4	<a href="#">2002 09 06 01:21</a>	PALERMO	132		5.94 ±0.09

**Tab. 4** – Sismicità storica del Comune di Reggio Calabria



**Fig. 20** – Grafico riassuntivo della Sismicità storica del Comune di Reggio Calabria

Dalla Carta dei Valori di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (stralcio in figura 18 e 19), si osserva che l'accelerazione orizzontale massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi, è compresa per la zona d'esame nell'intervallo **0,250 ÷ 0,275**.



**Fig. 21 e 22** - Carta dei valori di pericolosità sismica dettaglio Territorio Comunale di Reggio Calabria dalle Mappe interattive di Pericolosità Sismica



## 6.2 - Pericolosità e Rischio Sismico

L'intero territorio regionale calabro rientra in ambito estremamente attivo dal punto di vista sismico. Difatti essa è una delle regioni maggiormente segnata dai rischi sismici.

Gli studi più recenti, condotti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nell'ambito del territorio calabrese, ricollegano i forti terremoti del passato all'esistenza di una serie di fratture tettoniche e sorgenti sismogenetiche dalle quali dipende l'elevata pericolosità sismica attuale della regione.

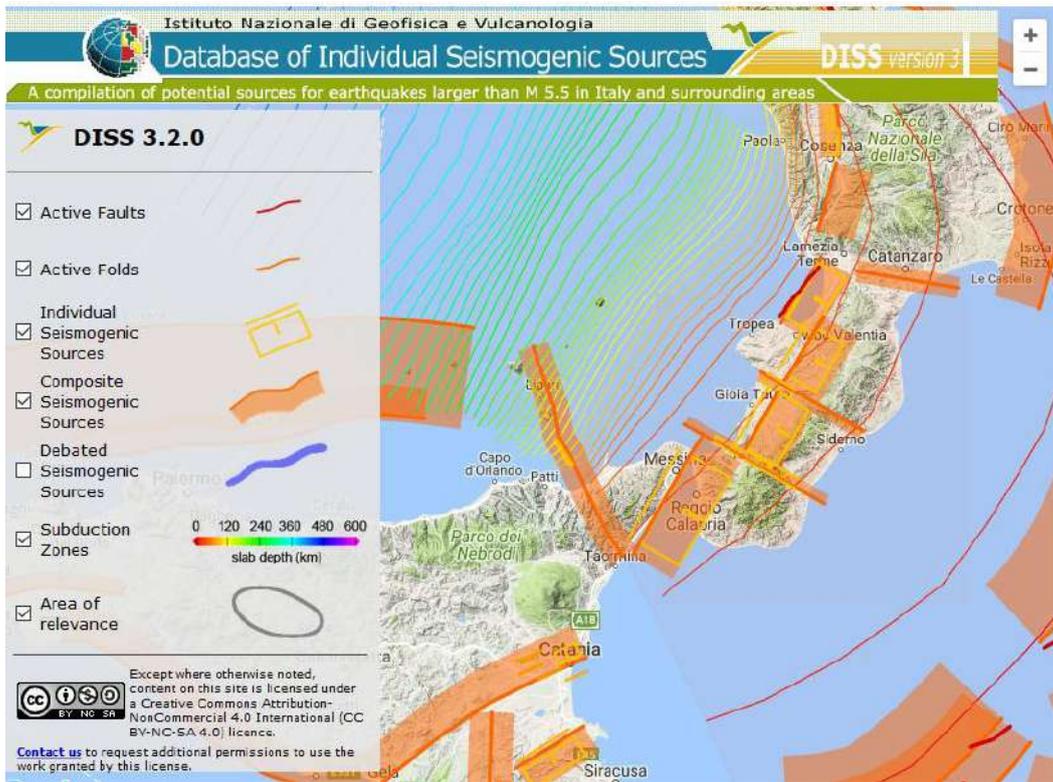
Tali fratture sono rappresentate nelle figure di seguito.



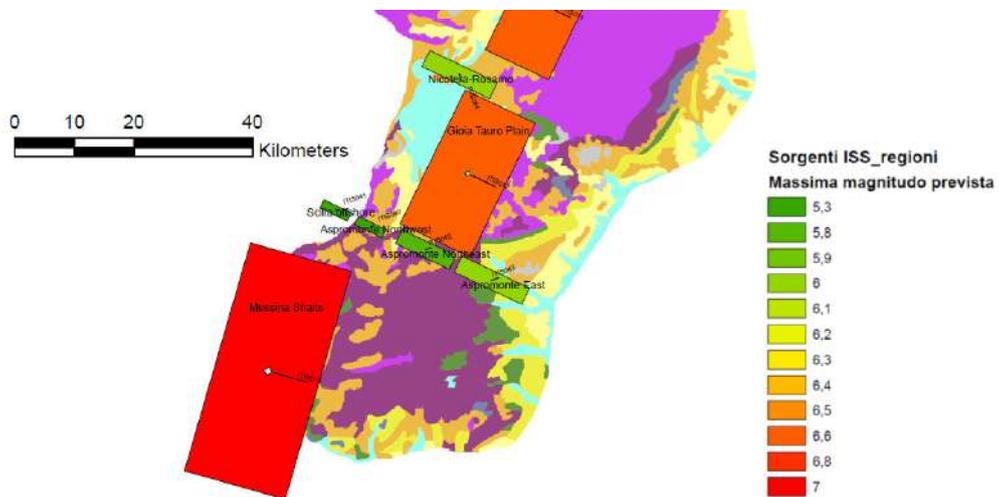
**Fig. 23** -Sorgenti sismogenetiche Italia

Anche se nell'ultimo secolo si sono verificate solo scosse di lieve entità, le serie sismiche storiche indicano che la regione è stata colpita da alcuni tra i sismi più catastrofici in Italia. Tra questi, i più gravi eventi sono stati registrati nel 1783 e nel 1908, ed hanno interessato con scuotimenti intensi l'intero territorio regionale.

Di seguito (Fig. 21-22) sono riportate le intensità sismiche registrate nelle diverse porzioni di territorio in occasione dei due eventi sismici.

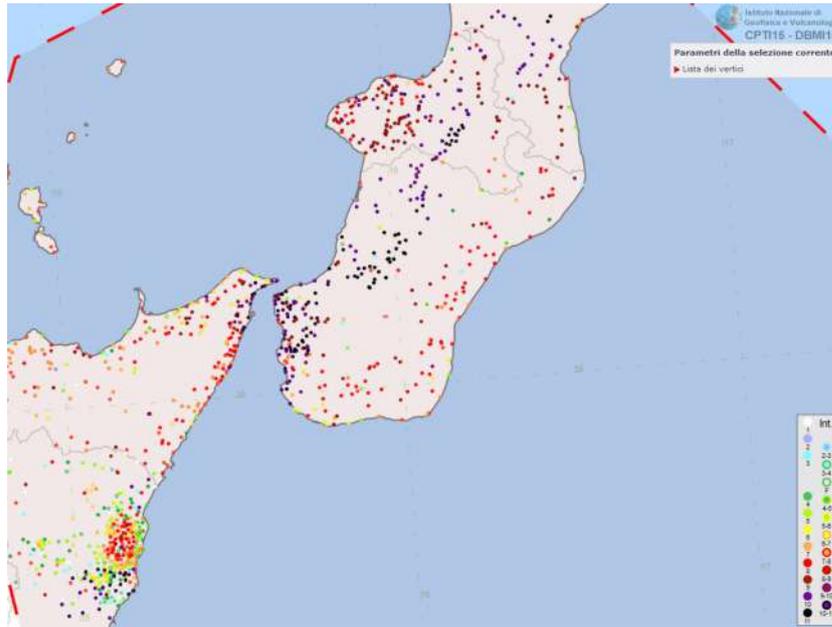


**Fig. 24** -Sorgenti sismogenetiche Territorio Calabro

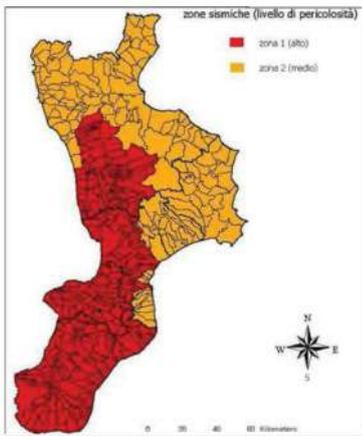


**Fig. 25** - Estratto dal centro di ricerca CERI sull'attività sismotettonica della Regione Calabria





**Fig. 26** - Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014



L'attività sismica della regione è da attribuire a movimenti tettonici tutt'ora in atto quali tra l'altro, determinano un continuo sollevamento del rilievo aspromontano di 2- 3 mm/anno ed uno sprofondamento e/o basculamento dei settori circostanti.

41

Tali movimenti avvengono in corrispondenza di faglie attive che attraversano la regione, alle quali possono ricondursi i più disastrosi eventi sismici storici. La classificazione sismica indicata dall'Ordinanza 3274 del 20/3/2003 (figura a lato) prevede la suddivisione dell'intero territorio Nazionale in quattro zone (da 1 a 4 a livello decrescente di rischio). Il territorio di Reggio Calabria ricade, come dianzi riportato, in zona **1** (rischio sismico alto). Le accelerazioni orizzontali con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni sono le seguenti:

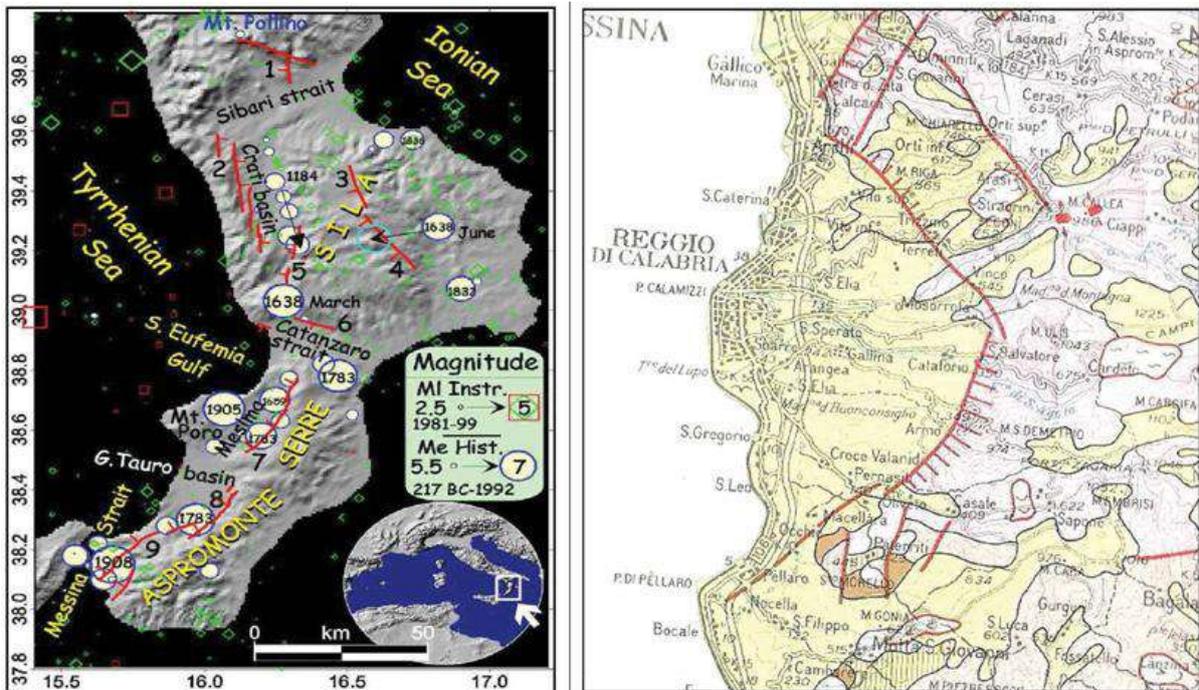
Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
<b>1</b>	<b>&gt;0,25</b>	<b>0,35</b>



L'elevata pericolosità sismica del territorio è testimoniata, oltre che dagli eventi sismici che hanno interessato la zona, dall'esistenza di faglie profonde evidenziate da studi di neotettonica. In generale l'area di studio si colloca in un'area di margine compresa tra il Bacino tettonico di Reggio Calabria, il Bacino di Villa San Giovanni ed il rilievo aspromontano.

Le faglie si sviluppano con un orientamento prevalente NNE-SSW ed appartengono a questo sistema le faglie Archi-Sambatello e Archi-San Nicola che interessano l'intera sequenza dei erreni affioranti, connettabili per orientazione con quelle della fossa dello Stretto di Messina.

Lungo le fratture si sono realizzati in tempi recenti movimenti tettonici di grande importanza, che pongono a contatto i sedimenti detritici della zona costiera e retrocostiera con le rocce cristalline dell'Aspromonte.



**Fig. 27** -Ubicazione delle faglie attive primarie note e dei principali terremoti della Calabria e delle faglie che interessano il territorio di Reggio Calabria riportate nella Carta delle Grandi Frane - IRPI Calabria

All'intensa fagliatura, oltre che alla tettonica di generale sollevamento che interessa tutt'ora l'area di studio, va ricollegata l'intensa sismicità che ha interessato la zona in epoche recenti ed attuali.

Inoltre studi sismici recenti, finalizzati alla realizzazione del collegamento stabile tra Calabria e Sicilia, hanno evidenziato che:



- ▶ la sismicità dello Stretto è particolarmente intensa, con epicentri numerosi ed addensati;
- ▶ nello Stretto i terremoti più intensi si addensano in due aree distinte di cui l'una in corrispondenza del ramo nord del graben e l'altra in corrispondenza del ramo sud;
- ▶ dalla distribuzione degli epicentri storici è possibile intravedere degli orientamenti E-W nella parte settentrionale dello Stretto e NNE-SSW in quella meridionale. Tali allineamenti sono paralleli o coincidenti con faglie attive;
- ▶ un calcolo approssimato darebbe un sisma con intensità superiore al X° Mercalli ogni 170-200 anni, con probabile magnitudo 6,8-7, accelerazione del substrato metamorfico pari a 0.5-0.7g, rigetto verticale della faglia generatrice del sisma di 1.0-1.5 metri e profondità focale minore di 10 Km.

Sulla base di tali aspetti tettonici, ne deriva che il territorio in cui rientra la struttura oggetto di Studio ricade in un contesto ad elevata pericolosità sismica con possibilità di scuotimenti di altissima magnitudo prossimi al massimo grado della scala Mercalli.

## 6.2a – Indagini Masw ed HVSr per la caratterizzazione del Modello Sismico

### 6.2a.1 Indagine Geofisica del tipo Masw

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è stata definita la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (su cui insisterà la struttura in progetto) secondo la normativa sismica vigente contenuta nel D.M. 14/01/2008 – capitolo 3.2 “ Azione sismica”. L'assetto stratigrafico sismico del terreno di fondazione si basa sulla definizione del VS<sub>30</sub> (velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio) . L'indagine è stata mirata all'esecuzione di n.2 MASW. Il metodo MASW (Multichannel Analysis of surface Waves) è una tecnica di indagine (sismica attiva) non invasiva che ha permesso di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di un array geofonico posto sulla superficie del piano campagna.

Il valore di Velocità Equivalente Vs30 è così riassunta:

→	<b>MASW 1</b>	<b>450 m/s</b>
→	<b>MASW 2</b>	<b>422 m/s</b>

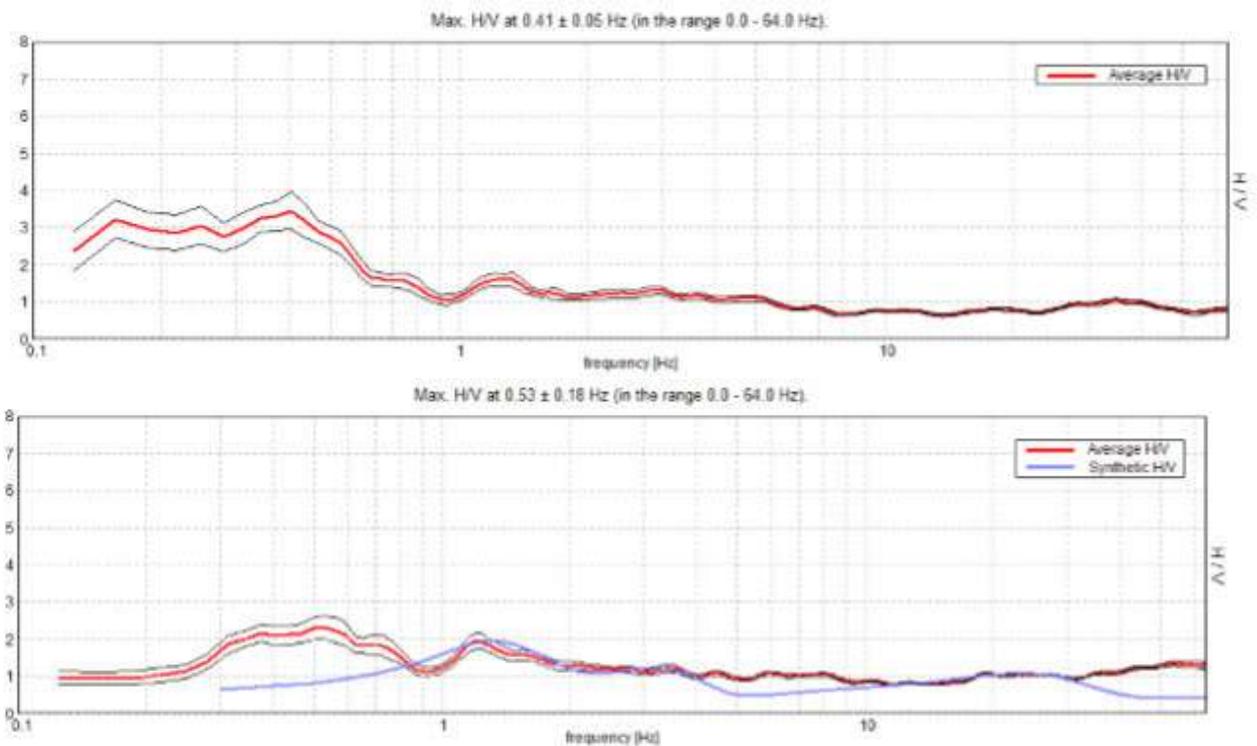


B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s

### 6.2a.1 Indagine Geofisica del tipo HVSR

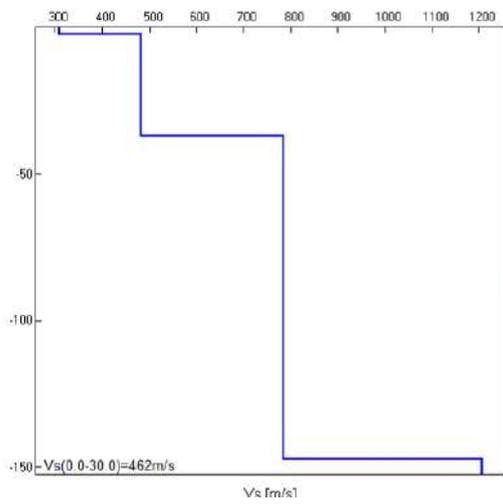
Sono state eseguite anche n.2 sismiche passive del tipo HVSR (microtremore ambientale in stazione singola). La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - Metodo di Nakamura) è stata finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nel modello geologico più profondo.

I rapporti spettrali (riportati di seguito) non hanno evidenziato picchi di particolare interesse, rispetto all'amplificazione, ma ha permesso di suggerire un modello del sottosuolo (simile a quello derivato da HVSR 2) che di seguito è allegato, e che rileva la presenza di un sismostrato (a -40m circa dal piano campagna) con vs compreso in un range tra 785m/s e 774 m/s che rappresentano valori prossimi a 800m/s che definiscono il bedrock sismico.



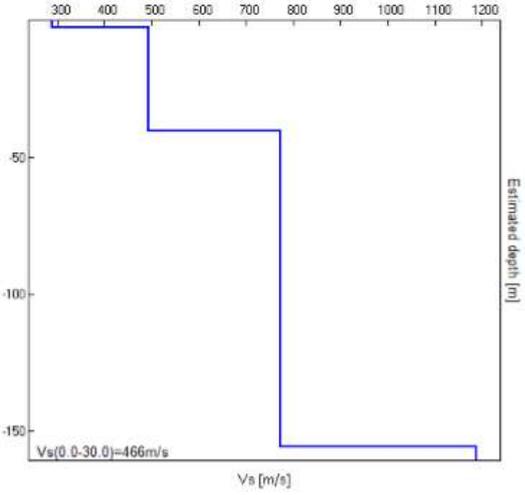
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
2.30	2.30	309
37.30	35.00	482
147.30	110.00	785
inf.	inf.	1206

Vs(0.0-30.0)=462m/s



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
2.50	2.50	289
40.50	38.00	494
155.50	115.00	774
inf.	inf.	1188

Vs(0.0-30.0)=466m/s



### 6.3 - Analisi delle Azioni Sismiche Locali

Per valutare la sicurezza dell'opera strutturale si è fatto riferimento agli stati limite che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento dell'opera stessa. Quindi per poter stimare l'azione sismica, utilizzabile nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, si è stabilito:

1. la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, ha permesso di determinare quel periodo di riferimento;
2. definito il periodo di riferimento, i diversi stati limite da considerare, le relative probabilità di superamento, è stato possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;
3. a questo punto è stata definita la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

Per gli STATI LIMITI si allegano anche i dati dei parametri dipendenti determinati, nelle quali  $T$  rappresenta i periodi di vibrazione,  $S_s$  ed  $S_t$  le amplificazioni spettrali, ed  $F_v$  il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale max del terreno  $a_g$  su un sito di riferimento rigido orizzontale.

#### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data:	11/07/2017
Vita nominale ( $V_n$ ):	100 [anni]
Classe d'uso:	IV
Coefficiente d'uso ( $C_u$ ):	2
Periodo di riferimento ( $V_r$ ):	200 [anni]
Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLO:	120 [anni]
Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLD:	201 [anni]
Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLV:	1898 [anni]
Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLC:	2475 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 38.1071500 [°]



Longitudine (WGS84): 15.6537100 [°]  
 Latitudine (ED50): 38.1082000 [°]  
 Longitudine (ED50): 15.6545200 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	45211	38.113620	15.645920	964.22
2	45212	38.112350	15.709260	4811.55
3	45434	38.062360	15.707630	6898.10
4	45433	38.063640	15.644310	5034.35

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.067	2.305	0.274
	50	0.090	2.286	0.289
	72	0.109	2.282	0.299
	101	0.130	2.302	0.313
SLO	120	0.141	2.314	0.317
	140	0.153	2.324	0.321
SLD	201	0.182	2.349	0.332
	475	0.270	2.413	0.361
	975	0.363	2.466	0.389
SLV	1898	0.464	2.499	0.426
SLC	2475	0.512	2.512	0.442



**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.067	2.298	0.274
	50	0.090	2.282	0.289
	72	0.110	2.279	0.300
	101	0.131	2.297	0.313
SLO	120	0.143	2.310	0.318
	140	0.154	2.322	0.321
SLD	201	0.184	2.348	0.332
	475	0.271	2.416	0.363
	975	0.363	2.468	0.390
SLV	1898	0.464	2.502	0.427
SLC	2475	0.512	2.515	0.443

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.066	2.299	0.273
	50	0.089	2.281	0.288
	72	0.108	2.276	0.298
	101	0.129	2.294	0.312
SLO	120	0.141	2.306	0.317
	140	0.153	2.317	0.321
SLD	201	0.182	2.345	0.331
	475	0.269	2.412	0.361
	975	0.361	2.465	0.389
SLV	1898	0.463	2.497	0.426
SLC	2475	0.511	2.510	0.441

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.067	2.305	0.273
	50	0.089	2.286	0.288
	72	0.109	2.282	0.298
	101	0.130	2.299	0.312
SLO	120	0.141	2.311	0.316
	140	0.153	2.321	0.320
SLD	201	0.183	2.347	0.331
	475	0.270	2.411	0.360
	975	0.363	2.464	0.389
SLV	1898	0.465	2.498	0.426
SLC	2475	0.513	2.511	0.442

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.142	2.312	0.317
SLD	201	0.183	2.348	0.332
SLV	1898	0.464	2.499	0.426



SLC	2475	0.512	2.512	0.442
-----	------	-------	-------	-------

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo:

**B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $c_{u30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

**T2:** Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.049	0.063	0.557	0.615
kv	0.024	0.032	0.279	0.307
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1.999	2.579	5.462	6.026
Beta	0.240	0.240	1.000	1.000

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.204	0.263	0.557	0.615
kv	0.102	0.131	0.279	0.307
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1.999	2.579	5.462	6.026
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

### Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 3.0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

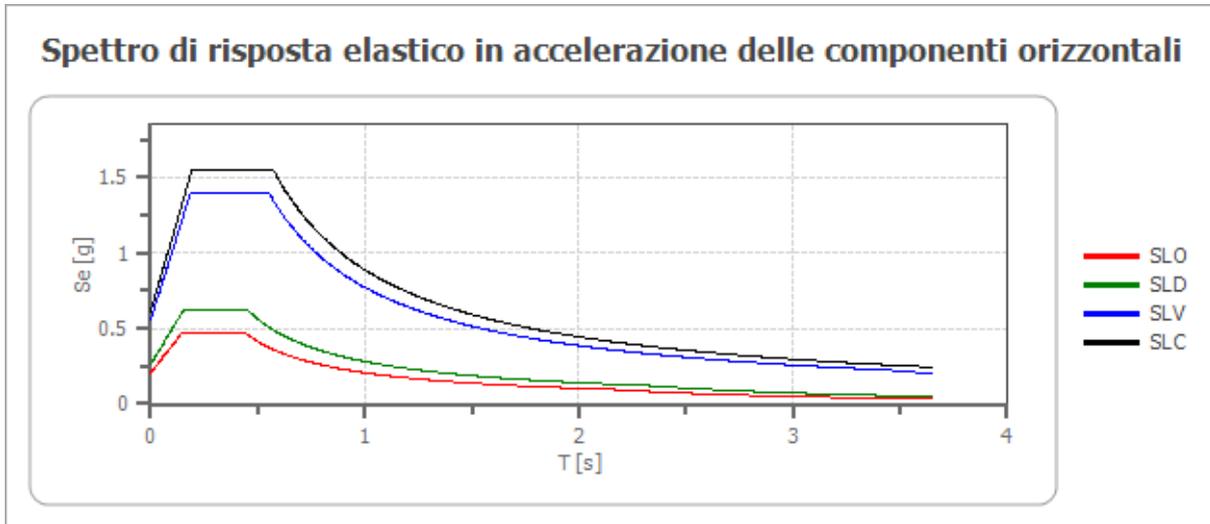
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.133	0.171	0.362	0.399
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1.999	2.579	5.462	6.026
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.049	0.063	0.557	0.615
kv	0.024	0.032	0.279	0.307
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1.999	2.579	5.462	6.026
Beta	0.240	0.240	1.000	1.000



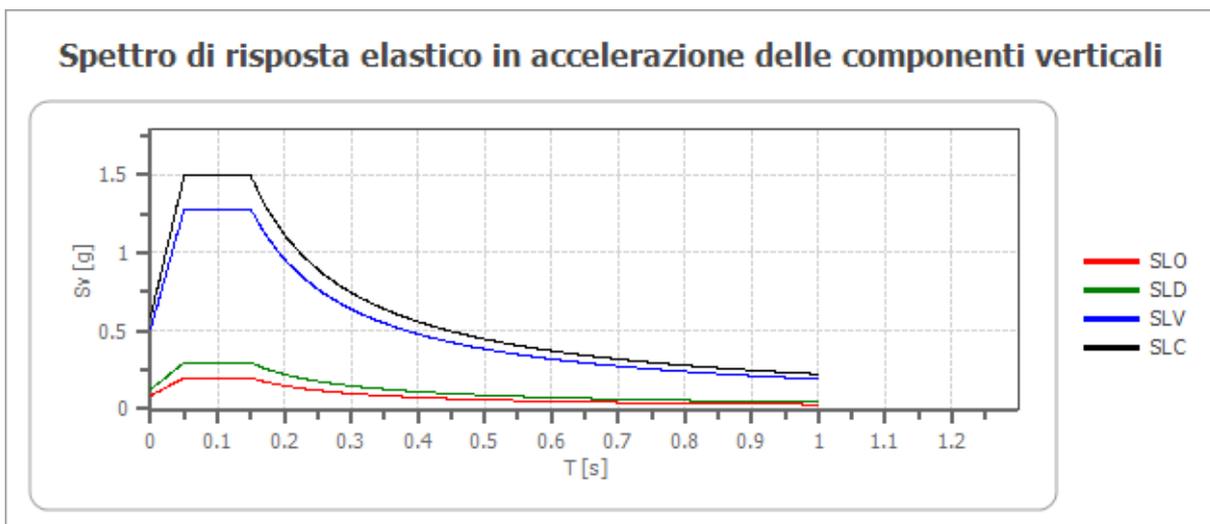
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.142	2.312	0.317	1.200	1.380	1.200	1.440	1.000	0.146	0.438	2.166	0.204	0.471
SLD	2.0	0.183	2.348	0.332	1.200	1.370	1.200	1.440	1.000	0.151	0.454	2.330	0.263	0.618
SLV	2.0	0.464	2.499	0.426	1.000	1.300	1.200	1.200	1.000	0.185	0.554	3.457	0.557	1.392
SLC	2.0	0.512	2.512	0.442	1.000	1.300	1.200	1.200	1.000	0.192	0.575	3.648	0.614	1.544

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

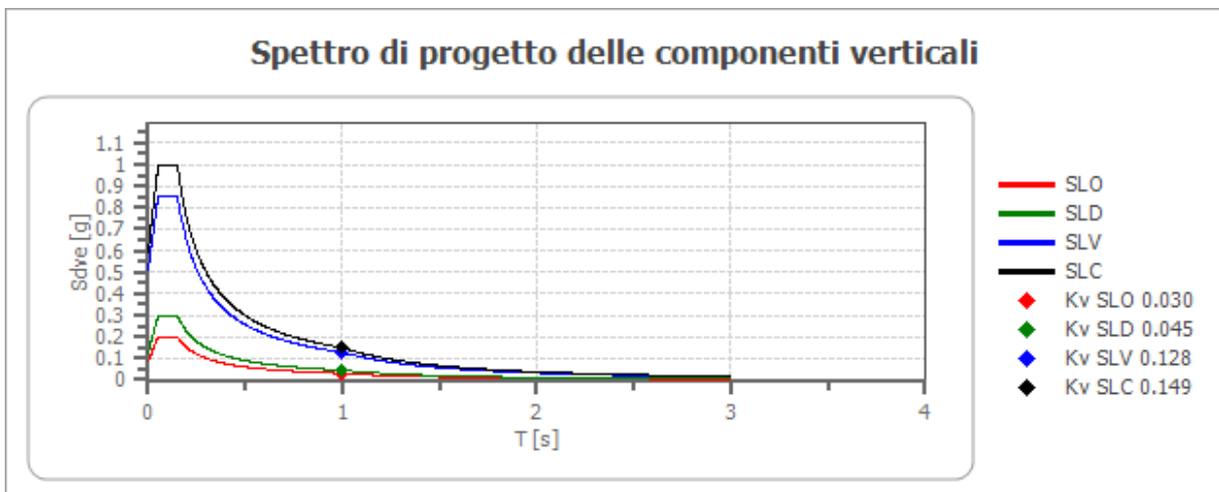
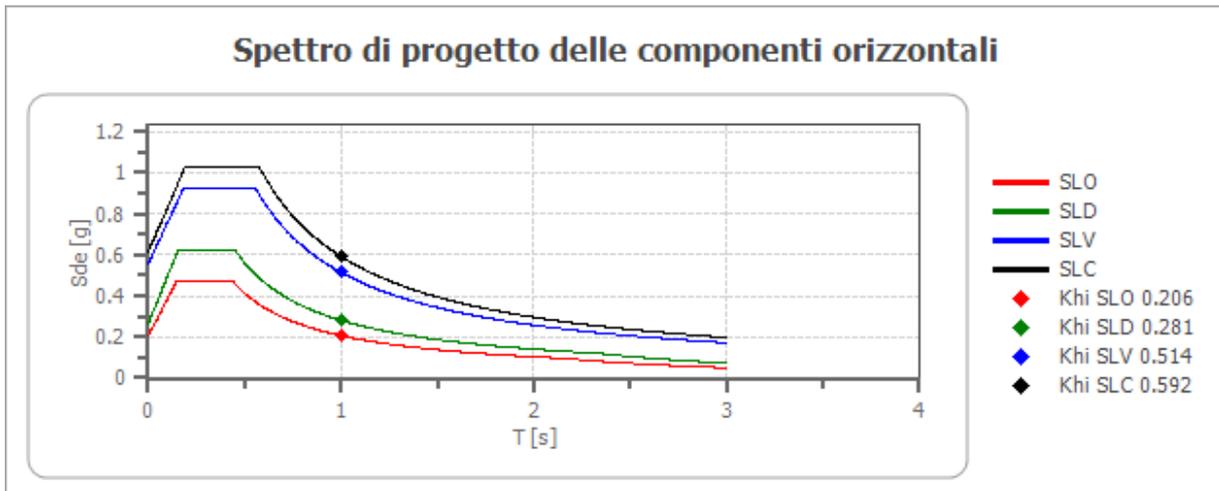


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.142	2.312	0.317	1	1.380	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.086	0.200
SLD	2.0	0.183	2.348	0.332	1	1.370	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.126	0.297
SLV	2.0	0.464	2.499	0.426	1	1.300	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.512	1.280
SLC	2.0	0.512	2.512	0.442	1	1.300	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.594	1.491

### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50  
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50  
 Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.206	0.281	0.514	0.592
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.030	0.045	0.128	0.149



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.142	2.312	0.317	1.200	1.380	1.200	1.440	1.000	0.146	0.438	2.166	0.204	0.471
SLO verticale	2.0	0.142	2.312	0.317	1.200	1.380	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.086	0.200
SLD orizzontale	2.0	0.183	2.348	0.332	1.200	1.370	1.200	1.440	1.000	0.151	0.454	2.330	0.263	0.618
SLD verticale	2.0	0.183	2.348	0.332	1.200	1.370	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.126	0.297
SLV orizzontale	2.0	0.464	2.499	0.426	1.000	1.300	1.200	1.200	1.500	0.185	0.554	3.457	0.557	0.928
SLV verticale	2.0	0.464	2.499	0.426	1.000	1.300	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.512	0.853
SLC orizzontale	2.0	0.512	2.512	0.442	1.000	1.300	1.200	1.200	1.500	0.192	0.575	3.648	0.614	1.029
SLC verticale	2.0	0.512	2.512	0.442	1.000	1.300	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.594	0.994

Corciano, marzo 2017

**Geol. Franco GUGLIEMELLI**



## RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

D.M. 14.01.2008, Nuove norme tecniche per le costruzioni, G.U. 4.02.2008, n.29, Ministero delle Infrastrutture, dell'Interno e Dipartimento Protezione Civile, Roma, 2008.

Circolare 2.02.2009, n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Roma, 2009.

DPCM 26.02.2011, Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, G.U. 26.02. 2011 n.47, Roma, 2011.

UNI ENV 1998 1, Eurocodice 8. Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-1 Regole generali, azioni sismiche e requisiti generali per le strutture.

UNI ENV 1998 -2, Eurocodice 8. Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-2 Regole generali per gli edifici.

UNI ENV 1998-3, Eurocodice 8. Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-3: Regole generali - Regole specifiche per i diversi materiali ed elementi

Min. LL.PP. 1996a. D.M. 16.01.96, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (Suppl. Ord. alla G.U. 5-2-1996, N. 29)

INGV, Gruppo di Lavoro, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004.

PCM – Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2003. Ordinanza N. 3274 del 20/03/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

PCM – Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2005. Ordinanza N. 3431 del 03/05/2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003.

SSN – Servizio Sismico Nazionale, 2001. Rischio Sismico 2001, Roma.

Boscotrecase L., Piccarreta F., Edifici in muratura in zona sismica, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2006.

Dolce. M, Moroni C., La valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico degli edifici pubblici mediante le procedure vc (Vulnerabilità c.a.) e vm (Vulnerabilità muratura), Dipartimento di Strutture, geotecnica,

Geologia applicata all'ingegneria, Atti di dipartimento vol. n.4 anno 2005

